

КАЛИБРОВКА ЦИФРОВОЙ КАМЕРЫ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММ ОБРАБОТКИ КОМПЬЮТЕРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Асп. САВКОВА Е. Н.

Белорусский национальный технический университет

Стремительное развитие компьютерных технологий и удешевление цифровой фототехники создают предпосылки для использования цифровых камер при проведении фотометрических и колориметрических испытаний источников света [1, 2]. При этом необходимо решать ряд метрологических задач, среди которых наиболее сложной является обеспечение точности измерений в широком диапазоне освещенностей.

Чувствительный элемент цифровых камер – ПЗС-матрица – имеет технологический разброс параметров ячеек. Это особенно отчетливо проявляется при осуществлении съемки цифровой камерой с длинными выдержками (начиная с 1/8...1/4 с) в условиях низкой освещенности. Полученные снимки, как правило, имеют зернистую структуру, причем зачастую визуально на них заметны точки повышенной яркости. Это связано с наличием так называемых «горячих» и «сбойных» пикселей (hot pixels, stuck pixels), существование которых объясняется токами утечки и дефектами в ПЗС-структуре [3].

В настоящее время большинство выпускаемых матриц независимо от производителя имеет как сбойные, так и горячие пиксели уже на выходе с конвейера. Количество таких пикселей нормируется, но не паспортизуется, что не позволяет получить информацию о камере, необходимую для их учета при проведении измерений. Таким образом, можно считать, что любая матрица любого производителя имеет некоторое количество дефектов, которые браком не являются.

Для обычных пользователей цифровой фототехники искажения, вносимые горячими и сбойными пикселями, не столь существенны, так как при высоком разрешении они не оказывают заметного влияния на качество снимков.

Однако при использовании цифровых камер для фотометрических измерений важной проблемой является исключение данных погрешностей, что может быть достигнуто с помощью калибровки.

В настоящее время можно выделить несколько способов исключения и уменьшения шумов, используемых разработчиками и производителями цифровой фототехники: настройка камеры на создание «карты» сбойных пикселей по аналогии с картой сбойных секторов жесткого диска (процессор камеры при формировании изображения не будет учитывать эти пиксели вообще, формируя в этих точках изображение, интерполированное из соседних пикселей); использование собственных технологий обработки сигнала при длительных выдержках, что предусмотрено в некоторых высококачественных компактных камерах; применение систем принудительного охлаждения.

К сожалению, применение встроенных средств резко усложняет интерпретацию результатов измерений, поэтому корректнее воспользоваться специальными программами-анализаторами, позволяющими осуществлять анализ и обработку компьютерных изображений и достаточно просто идентифицировать производимые с ними изменения.

С помощью обработки цифровых изображений решается обширный круг задач, но во всех случаях осуществляется преобразование одного изображения в другое. Стандартные функции IMAGE PROCESSING:

- устранение дефектов изображения (на пример, бликов);
- улучшение изображения (увеличение контраста, уменьшение резкости и др.);
- упрощение изображения (преобразование цветного в полутоновое, полутонового в бинарное);

- наложение фильтров для достижения определенных эффектов.

Можно выделить следующие программы-анализаторы шума, позволяющие редактировать цифровые фотоснимки:

- Thumber [4];
- утилиты фирмы Mediachance [5];
- инструменты Adobe Photoshop [6];
- программа-фильтр Quantum Mechanic от Camera Bits для Adobe Photoshop [7].

Программа Photoshop дает возможность определять уровень шумов, вносимых горячими пикселями, в каналах RGB (отдельно по каждому каналу). Для этого следует осуществить съемку специальной серой шкалы, по которой высчитывается уровень цветовых составляющих (X) и стандартного отклонения (sX) для «серого» с яркостью, например 90 % света и 15 % тени, в координатах цветового режима Lab. Уровень шумов выражается в общепринятом представлении в дБ

$$N = 20 \lg(sX/X). \quad (1)$$

Здесь отмечается закономерность: снимки серой шкалы, как правило, имеют небольшой сдвиг в сторону тонов с традиционно повышенной шумностью – голубого и красного. Сняв в полном диапазоне ручных настроек выдержек и диафрагм некоторую поверхность, можно построить график «Экспозируемые» матрицы фотоаппарата как функции яркость L (Photoshop) некоторой заранее выбранной точки этой поверхности от величины экспозиции (логарифм величины обратной квадрату диафрагмы, умноженной на выдержку) [8].

Для выявления сбойных пикселей следует сделать снимок с закрытым объективом камеры с выдержкой, равной выдержке снимка, подлежащего обработке. Затем «темновой» снимок загружается в выбранную программу-анализатор и обрабатывается с целью создания «маски» сбойных пикселей. Полученная маска позволит в дальнейшем исключать сбойные пиксели из других обрабатываемых изображений, сделанных при аналогичных выдержках.

Калибровка цифровой камеры с помощью Adobe Photoshop 6. Было проведено тестирование на наличие цифрового фотоаппарата Olympus Camedia 700. Цель тестирования – выявление на «темновом» снимке сбойных пиксе-

лей для дальнейшего исключения их из редактируемых изображений, полученных при аналогичных выдержках. Съемка осуществлялась в автоматическом режиме, снимки сохранялись в формате TIFF и обрабатывались в Adobe Photoshop 6.

Последовательность действий при тестировании камеры в Adobe Photoshop 6:

- Сделать снимок с закрытой крышкой объектива в том же режиме, в котором произведен снимок при слабом освещении, подлежащий дальнейшей обработке.

- Запустить Adobe Photoshop 6 и загрузить в него сделанный снимок.

- Чтобы сделать на экране сбойные пиксели наиболее яркими и заметными, необходимо с помощью функции «Уровни» в меню «Изображение»/«Установка» установить порог белого (правый движок) на 15...50, так как уровень белого должен быть установлен ниже, чем яркость наименее яркого сбойного пикселя, но выше уровня естественных шумов горячих пикселей.

- Воспользоваться инструментом «Цветовой диапазон» из меню «Выделение» для того, чтобы выделить сбойные пиксели. Выбрать пункт «Средние тона», который позволяет выделить все пиксели, отличающиеся от черного фона (рис. 1а).

- Расширить выделение посредством команды «Модифицировать» из меню «Выделение». Достаточно увеличить область на 1 пиксель.

- Сохранить сделанное выделение, чтобы в любой момент можно было им воспользоваться. Для этого выбрать команду «Сохранить выделение» из меню «Выделение». После этого создать новый файл, в котором будет храниться выделение сбойных пикселей. Сохранять файл на диск предпочтительнее в «родном» формате Photoshop - .psd.

- Загрузить файл, содержащий выделенный контур (маску), сквозь который будет работать фильтр для удаления шумов.

- Открыть редактируемый файл или переключиться на него (например, через меню «Окно»).

- Применить полученную маску-выделение к редактируемому файлу, воспользовавшись пунктом «Загрузить выделение» в меню «Выделение».

- Выделив участки изображения со сбойными пикселями, воспользоваться фильтром «Пыль и Помехи» из группы «Шум» в меню «Фильтр». Параметр «Радиус» выбрать равным двум с порогом яркости 5...10 уровней. После применения данного фильтра, выделенные яркие точки на изображении должны исчезнуть (рис. 16).

Теперь в любой момент можно выделить сбойные пиксели и применить к ним один из стандартных фильтров подавления шума, не затрагивая остальное изображение.

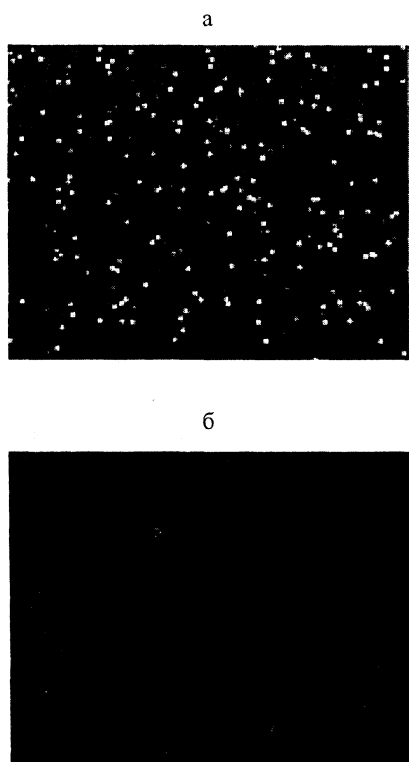


Рис. 1. Удаление дефектов изображения с помощью инструментов Adobe Photoshop: а – фрагмент темного снимка с выделенными сбойными пикселями в режиме повышенной контрастности; б – то же после применения фильтра

Adobe Photoshop позволяет оператору автоматизировать процесс исключения сбойных пикселей из изображения, если применить тул-бокс «Действие» в инструменте «Навигатор». Оператор может произвести запись действий в созданную операцию, и тогда при нажатии определенной функциональной клавиши (F11 или F12) программа будет выполнять все перечисленные действия автоматически.

Использование программы Thumber.

Программа Thumber является многоцелевым инструментом, функционирующим на платформах Windows 95/98/NT и DOS, позволяющим решать широкий круг задач, связанных с обработкой цифровых изображений. Thumber может использоваться для создания Web-страниц, отображения информации об изображениях, переименования файлов, добавления комментариев, просмотра и редактирования изображений и т. д. Как правило, многие цифровые камеры хранят информацию об изображении, содержащуюся в специальных файлах. Но большинство программных продуктов не имеет средств для работы с ней. Thumber же может прочитать и отобразить эти данные различными способами [4].

При использовании Thumber вначале следует загрузить темновой снимок. Затем устанавливается порог яркости (считать сбойными нужно те пиксели, яркость которых отличается более чем на 30 уровней от уровня черного). Потребуется координаты до 100 таких пикселей (если будет найдено больше, то, скорее всего, порог яркости задан неверно, и программа находит обычные горячие пиксели). Вид изображения с выделенными пикселями соответствует снимку, изображенному на рис. 1. Здесь же задается путь к текстовому файлу, в котором следует записать координаты сбойных пикселей – Pixel Mapping File.

Далее запускается анализатор сбойных пикселей с помощью команды «Noise Analysis Report» из меню File. На экране появится отчет о наличии указанных пикселей.

Исходя из полученных координат и яркости пикселей, требуется составить карту, которая хранится в выбранном текстовом файле. В этой карте содержится информация о блоках пикселей, которые должны быть замещены интерполированными значениями соседних пикселей.

Из полученной информации будет видно, что первый блок начинается, например, в точке с координатами [122, 577] и заканчивается в точке [534, 305] (аналогично записывается информация о втором блоке). Блоки могут быть только прямоугольными. После получения таких данных следует открыть файл «Pixel-Mar.txt» в каталоге установки программы и вместо строчки-примера записать по-

лученные значения координат, например 122|577|534|305|3.

Таким образом, значения координат левого верхнего и правого нижнего углов прямоугольника описывают сбойную группу пикселей. В конце ставится число, определяющее, на каком удалении от прямоугольника берутся пиксели, из которых будут интерполироваться значения пикселей внутри прямоугольника. В данном случае выбрано число, равное удалению в три пикселя. Но можно выбрать и другое число, чтобы добиться наиболее приемлемого устранения сбойных пикселей на реальных изображениях. Пользователь может вносить поправки в текстовый файл карты сбойных пикселей до тех пор, пока не добьется желаемого результата. Для этого следует воспользоваться командой «Remove Bad Pixels» в меню Edit, после чего сохранить отредактированный файл под другим именем и внимательно рассмотреть.

Программа позволяет обрабатывать за один прием все снимки, снятые при неблагоприятных световых условиях, поместив их в отдельный каталог и применив к ним команду «Remove Bad Pixels» в меню Edit (через подменю «Batch Process»).

Инструменты фирмы Mediachance. Фирма Mediachance уделяет много внимания улучшению качества снимков, сделанных цифровыми камерами. В Internet можно найти весьма полезные новейшие разработки данного производителя, а именно: утилиты Black Frame NR и Hot Pixels Eliminator [6, 7].

Программа Black Frame NR использует описанную методику работы с «темновыми» снимками. Нужно просто загрузить «темновой» снимок, сделанный с такой же выдержкой, как и снимок, подлежащий исправлению, и с помощью Black Frame NR выйдет снимок без горячих и сбойных пикселей. Данная программа удаляет сбойные пиксели несколько лучше, чем Thumber, и даже предусмотрена возможность выбора режима сглаживания. Однако Black Frame NR, к сожалению, не позволяет обработать целый каталог со снимками, что предусмотрено в Adobe Photoshop и Thumber.

Программе Hot Pixels Eliminator не требуются «темновые» снимки камеры, так как она алгоритмически определяет сбойные пиксели, отделяя их на любом изображении от ярких бликов и источников.

К сожалению, наличие достаточно сложных алгоритмов делает практически невозможной идентификацию полученных результатов, достаточную для использования данной программы в измерительных целях.

ВЫВОДЫ

1. При использовании цифровых фотокамер в качестве средств измерений в области фотометрии и колориметрии возникает проблема определения точности полученных результатов. Поэтому необходимым условием проведения таких измерений является калибровка фотокамер, которую можно осуществлять посредством специальных программных продуктов.

2. В работе рассмотрены возможности инструментов Adobe Photoshop, Thumber и Mediachance, приведены методы выявления и исключения дефектов изображений, проявляющихся в виде точек с «повышенной» яркостью. Использование данных программ-анализаторов позволит в значительной степени исключить шумы и дефекты изображений при проведении фотометрических и колориметрических измерений локальных участков изображений в различных цветовых режимах, обеспечивая при этом более высокую точность и достоверность результатов.

ЛИТЕРАТУРА

1. ОСТ 37.003.038–74. Приборы внешние световые сигнальные автомобилей, тракторов, прицепов и других автотранспортных средств. Световые и цветовые характеристики. Нормы и методы испытаний.
2. ГОСТ 3544–75. Фары дальнего и ближнего света автомобилей. Технические условия.
3. <http://digicam.narod.ru/noise/noise.htm>.
4. <http://tawba.tripod.com/index.html>.
5. <http://www.mediachance.com/digicam/index.html>.
6. <http://www.mediachance.com/digicam/hotpixels.htm>.
7. <http://www.camerabits.com>.
8. http://photogeo.newmail.ru/test/Nikon880/nikon_880.htm.