

Д. В. ТИТОВ, Т. А. ШИРАБАКИНА

МОДУЛЬ ЦИФРОВОЙ КОРРЕКЦИИ ДИСТОРСИИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Представлен модуль цифровой коррекции дисторсии изображения, основанный на автоматическом выборе объектов на изображении, по которым выявляется дисторсия, определении коэффициента радиальной дисторсии с последующим расчетом истинного положения всех точек искаженного изображения, а также яркостной коррекции.

Ключевые слова: цифровое изображение, пиксел, калибровка, оптико-электронное устройство, дисторсия, искажение, яркость.

В настоящее время в различных областях науки и промышленности широко используются оптико-электронные устройства. Их важнейшей характеристикой является точность формирования изображения, которая зависит от абберационных погрешностей оптической системы [1]. Одна из аббераций — дисторсия, при которой прямые линии объекта проецируются в кривые.

При построении малогабаритных оптико-электронных приборов перспективно использовать цифровые устройства, обеспечивающие коррекцию дисторсии без изменения конструкции видеодатчиков оптико-электронных устройств [2].

Был проведен анализ существующих модулей цифровой коррекции дисторсии, в ходе которого выявлены такие недостатки, как низкая точность ввода изображения, а также малое быстродействие. Для устранения этих недостатков модули цифровой коррекции были доработаны.

В настоящей статье разработана математическая модель, на базе которой построен модуль цифровой коррекции дисторсии изображения, выполняемой в соответствии с теоретическими положениями, представленными в работе [3].

Искажения, вызванные дисторсией, определяются по формулам

$$\begin{aligned}\Delta x_r &= x(k_1 r^2 + k_2 r^4 + \dots + k_n r^{2n}), \\ \Delta y_r &= y(k_1 r^2 + k_2 r^4 + \dots + k_n r^{2n}),\end{aligned}\tag{1}$$

где $(\Delta x_r, \Delta y_r)$ — смещение точки изображения относительно ее истинного положения; k_1, k_2, \dots, k_n — коэффициенты радиальной дисторсии [4]; $r = (x^2 + y^2)^{1/2}$ — расстояние от центра кадра до точки с координатами x, y .

Коррекция радиальной дисторсии осуществляется переносом точек x и y изображения в их истинные позиции

$$\begin{aligned} x' &= x + xk(x^2 + y^2), \\ y' &= y + yk(x^2 + y^2). \end{aligned} \quad (2)$$

Коррекция яркости текущего пиксела I_c осуществляется в соответствии с соотношением

$$I_c = k_c I_c + (1 - k_c) \sum_{i=1}^4 k_i I_i, \quad (3)$$

где k_c — весовой коэффициент, определяющий степень коррекции яркости текущего пиксела; k_i — весовой коэффициент, определяющий степень влияния яркости смежного пиксела на яркость текущего; I_i — яркость смежного пиксела.

С использованием представленной выше математической модели (1)—(3) разработан модуль МД1 цифровой коррекции дисторсии изображения [5]. Схема модуля представлена на рис. 1.

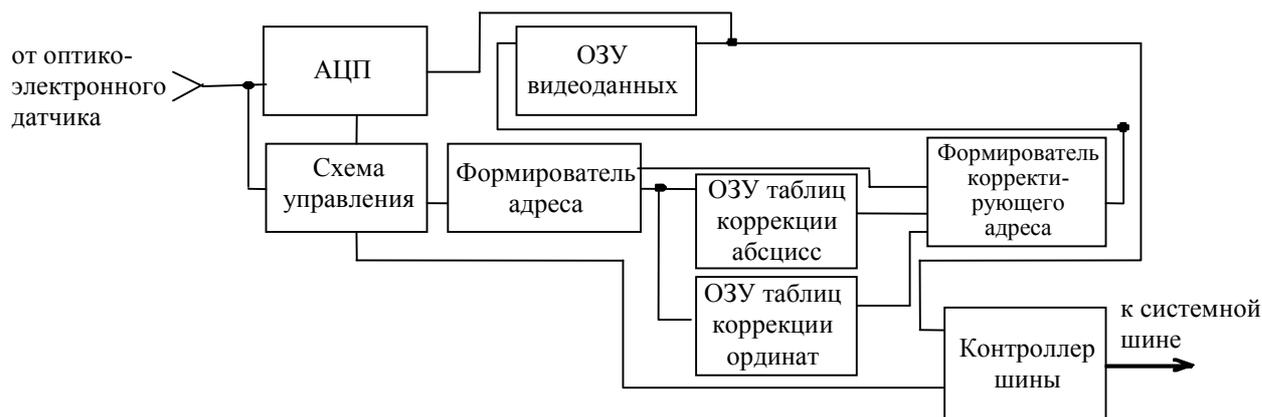


Рис. 1

С помощью схемы управления осуществляются синхронизация работы АЦП, формирование импульсных сигналов, соответствующих поступлению очередного пиксела, очередных строки и кадра. Схема управления работой ОЗУ видеоданных включает его синхронизацию при записи данных от АЦП и их передаче от компьютера. ОЗУ видеоданных предназначено для хранения кадров изображения.

Формирователь адреса служит для преобразования адреса очередного поступающего пиксела в формате („номер строки“, „номер столбца“) по адресу, определяемому переменной, соответствующей линейному адресному пространству ОЗУ видеоданных.

ОЗУ таблиц коррекции абсцисс и ординат предназначены для хранения корректирующих таблиц, позволяющих определять смещение пиксела в горизонтальном и вертикальном направлении в зависимости от координат очередного пиксела.

Формирователь корректирующего адреса обеспечивает определение адреса очередного пиксела с учетом его текущих координат и смещений. Контроллер шины предназначен для управления обменом данными.

В ходе анализа работоспособности модуля был выявлен недостаток: невысокая точность ввода изображения. Для устранения указанного недостатка разработан усовершенствованный модуль цифровой коррекции дисторсии МД2 [6], схема которого представлена на рис. 2.

Модуль МД2 отличается от МД1 тем, что он корректирует не только геометрические, но и яркостные отклонения, что позволяет достичь большей точности формирования изображения.

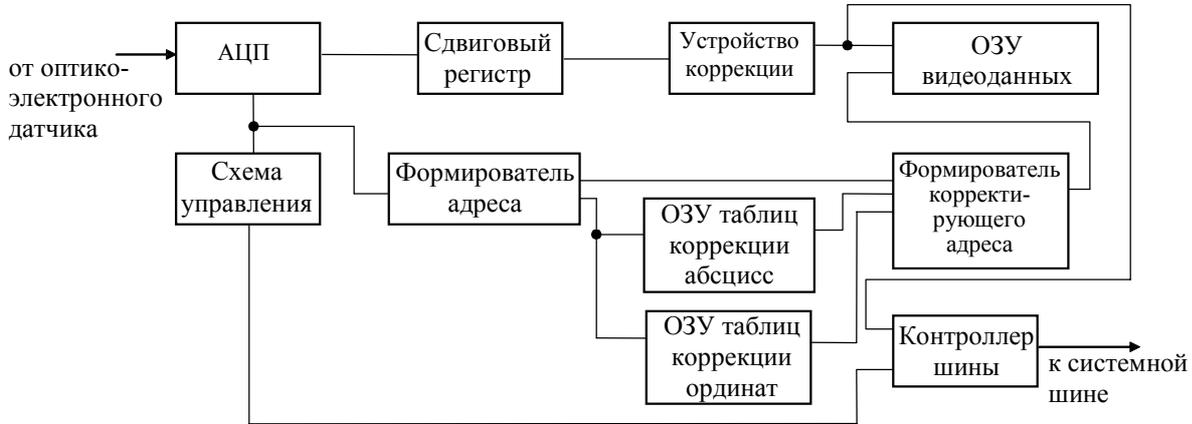


Рис. 2

На рис. 3 представлен алгоритм работы модуля коррекции МД2.



Рис. 3

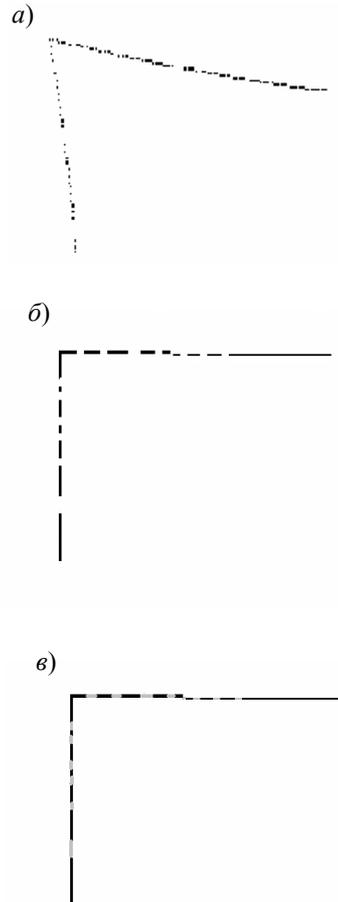


Рис. 4

Для экспериментальной проверки модуля была разработана программная модель. Исходными данными служит изображение, искаженное влиянием дисторсии (рис. 4, а). На рис. 4, б и в представлены изображения с откорректированными геометрическими и яркостными

отклонениями соответственно. Как видно из рис. 4, б, объект скорректирован геометрически, появились пробелы. Затем была выполнена яркостная коррекция (см. полутона на рис. 4, в), что позволило улучшить качество изображения.

Разработанный модуль цифровой коррекции дисторсии МД2 превосходит аналоги, что позволяет достичь большей точности ввода изображения, а также повысить его качество. Разработанные устройства могут найти применение при создании оптико-электронных устройств различного назначения, включая бытовую (фотоаппараты, видеокамеры) и медицинскую технику.

Работа выполнена при поддержке фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере „У.М.Н.И.К.“ (договор № 0806, 2008 г., проект № 8555).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Прэнтт У.* Цифровая обработка изображений / Пер. с англ. М.: Мир, 1982. Кн. 1. 312 с.; Кн. 2. 493 с.
2. *Tsai R. Y.* A versatile camera calibration technique for high-accuracy 3D machine vision metrology using off-the-shelf TV cameras and lenses // IEEE Trans. Rob. Autom. RA-3 (4). 1987. P. 323—344.
3. Методы компьютерной обработки изображений / Под ред. *В. А. Сойфера*. М.: Физмалит, 2001. 784 с.
4. *Titov D. V., Shirabakina T. A.* The Mathematical Model and the Device of Rise in a Precision of Image Forming // „Information and Telecommunication Technologies in Intelligent Systems“. Proc. 6th Int. Conf. Greece, 2008.
5. Пат. № 2295153 РФ, МПК⁷ G 06 K 9/32. Корректирующее устройство ввода изображения в ЭВМ / *М. И. Труфанов, Д. В. Титов*. Оpubл. 10.03.2007. Б.И. № 7. 8 с.
6. *Titov D. V., Shirabakina T. A.* Correction Device of Distortion // „Information and Telecommunication Technologies in Intelligent Systems“. Proc. 5th Int. Conf. Spain, 2007. P. 122—124.

Сведения об авторах

Дмитрий Витальевич Титов

— магистрант; Курский государственный технический университет, кафедра вычислительной техники; E-mail: amazing2004@inbox.ru

Тамара Александровна Ширабакина

— канд. техн. наук, профессор; Курский государственный технический университет, кафедра конструирования и технологии ЭВС; E-mail: tas_06@mail.ru

Рекомендована кафедрой
вычислительной техники

Поступила в редакцию
12.09.08 г.