

УДК 621.397: 004.932.2

В.В. Капустин

Коррекция координатных искажений в телевизионно-вычислительных системах

Рассмотрен метод коррекции координатных искажений в телевизионно-вычислительных системах с дисторсионными объективами. Предложен и апробирован алгоритм восстановления изображений при больших значениях коэффициента дисторсии. Разработан и апробирован алгоритм для восстановления информации в изображении после применения алгоритма исправления дисторсии.

Ключевые слова: координатные искажения, коррекция, телевизионно-вычислительные системы.

Задача коррекции дисторсионных искажений. В ряде сфер деятельности человека, связанных с оптикой, телефотоаппаратурой, картографией и многих других, возникает задача анализа дисторсионных искажений и их дальнейшей коррекции. Дисторсионные искажения возникают, прежде всего, в широкоугольных объективах, в зеркалах с большим углом обзора, «дверных глазках», отражениях на сфере, в телевизионной аппаратуре из-за нелинейности разверток и в других технических устройствах. Широугольные объективы подразделяют на две группы: дисторсирующие и ортоскопические. Объективы первой группы обладают неисправленной дисторсией, величина которой достигает нескольких, а иногда десятков процентов. Это обстоятельство ограничивает области возможных применений подобных широкоугольных систем: их использование возможно лишь в тех случаях наблюдения или фотографирования, когда допустимы масштабные искажения изображений.

Цель и постановка задачи. Целью работы является создание и реализация алгоритма коррекции сферических искажений цифровых изображений, полученных в телевизионно-вычислительных системах с дисторсионными объективами.

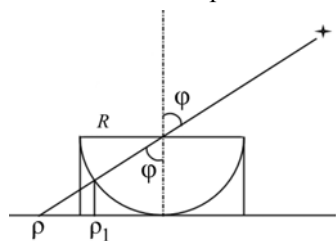


Рис. 1. Возникновение сферических искажений

Возникновение сферических искажений. На рис. 1 представлена модель возникновения сферических искажений. Планшайба выполнена из оптоволокна, на которую проецируются лучи света, проходящие через отверстие в центре на фоточувствительный датчик, расположенный за планшеткой. Такая система будет обладать углом обзора, близким к значению 180 град. В данной системе будут возникать сферические искажения [1], описываемые формулой (1):

$$\rho_1 = R \sin \left(\arctg \frac{\rho}{R} \right) = \frac{R\rho}{\sqrt{R^2 + \rho^2}}. \quad (1)$$

Здесь R – радиус сферы, описывающий кривизну поверхности планшетки; $\varphi = \arctg \frac{\rho}{R}$ – угол между нормалью и направлением на объект; $\rho_1 = R \sin(\varphi)$ – проекция изображения объекта на фоточувствительном датчике.

Формулу коррекции сферических искажений получим из формулы (1) как обратную функцию

$$\rho = R \operatorname{tg} \left(\arcsin \frac{\rho_1}{R} \right) = \frac{R\rho_1}{\sqrt{R^2 - \rho_1^2}}. \quad (2)$$

Реализация алгоритма. Для реализации алгоритма коррекции сферических искажений использовался пакет прикладных программ MATLAB. Язык MATLAB является высокоуровневым интерпретируемым языком программирования, включающим основанные на матрицах структуры данных, широкий спектр функций, интегрированную среду разработки и объектно-ориентированные возможности [2].

Для апробирования алгоритма восстановления дисторсионных изображений на первом этапе было использовано неискаженное тестовое изображение «шахматное поле» с разрешением 256×256

элементов (рис. 2, а). В результате преобразования входного тестового изображения по формуле (1) при $R = 150$ было получено искаженное изображение (рис. 2, б). Для устранения бочкообразного искажения, изображение (рис. 2, б) было преобразовано по формуле (2) при $R = 150$ (рис. 2, в).

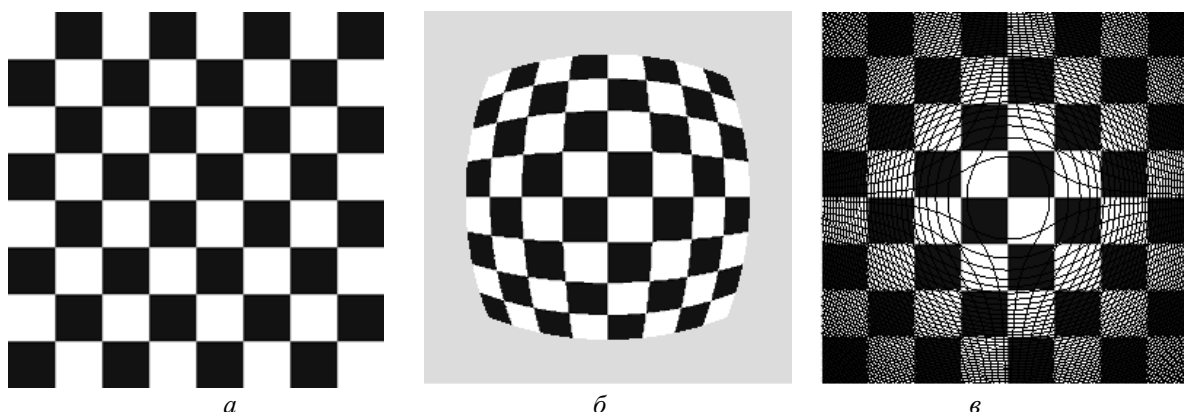


Рис. 2. Применение алгоритма коррекции координатных искажений для изображения «шахматное поле»

На втором этапе для верификации разработанного алгоритма в качестве исходного использовалось изображение с «видеоглазка» разрешением 600×600 элементов, имеющее бочкообразные искажения (рис. 3, а). Для исправления искажений в изображении с «видеоглазка» к данному изображению было применено преобразование по формуле (2) при $R = 400$ (рис. 3, б).



Рис. 3. Применение алгоритма коррекции координатных искажений для изображения с «видеоглазка»

После преобразования изображений по формуле (2), в результате пересчета координат в восстановленном изображении возникают области с незаполненными элементами, которые проявляются как артефакты на восстановленном изображении (рис. 3, б). Области изображения с незаполненными элементами представляют собой различные линии и фигуры черного цвета, т.е. значения элементов изображения в данных областях равны нулю.

Для заполнения недостающих значений элементов в восстановленном изображении разработан алгоритм адаптивной линейной интерполяции [3]. Блок-схема алгоритма представлена на рис. 4.

Работа алгоритма начинается с обхода элементов изображения по строкам и столбцам по условию, если значение элемента будет равно нулю, начнется обход значений восьми элементов окружающих нулевой. По окончании работы алгоритма нулевому элементу изображения будет присвоено среднее значение окружающих его элементов.

Окончательное сравнение входного искаженного и выходного исправленного изображений приведено на рис. 5, а, б.

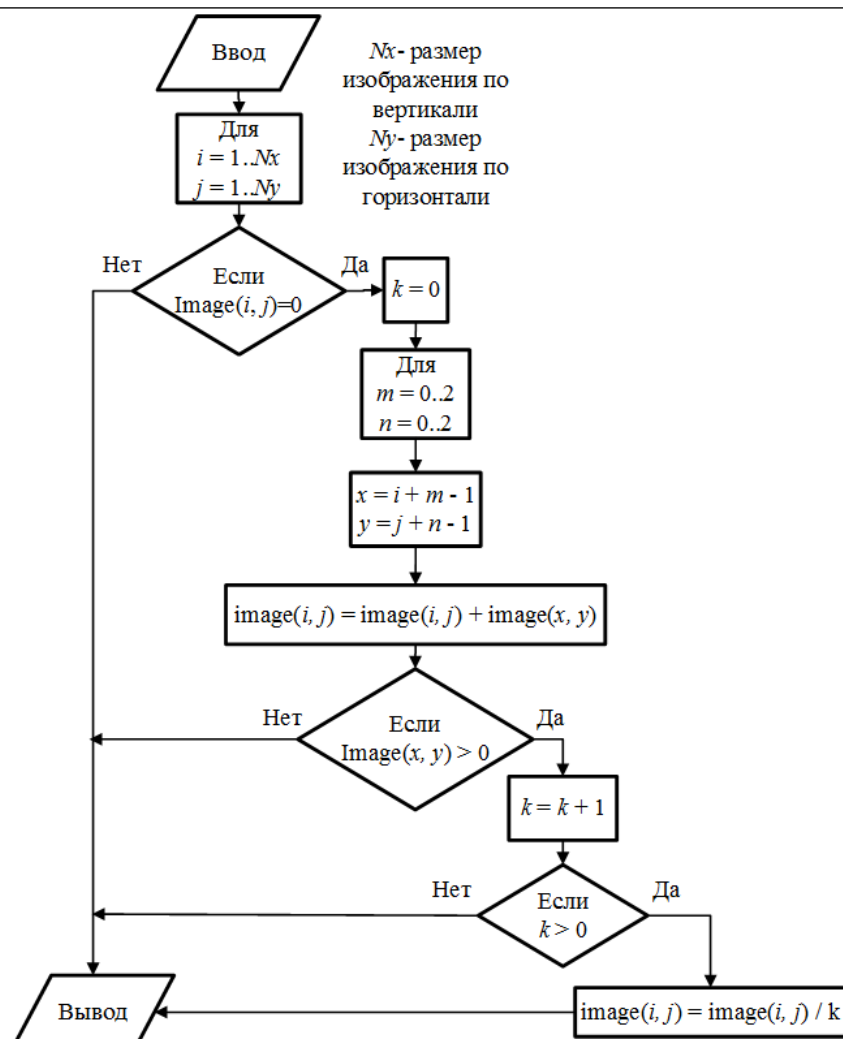


Рис. 4. Алгоритм адаптивной линейной интерполяции

Рис. 5. Входное и реконструированное изображение: *a* – входное искаженное изображение; *б* – восстановленное изображение после применения алгоритма адаптивной линейной интерполяции

Заключение. Предложен и апробирован алгоритм коррекции сферических искажений цифровых изображений, полученных в телевизионно-вычислительных системах с дисторсионными объективами. Разработан и апробирован алгоритм адаптивной линейной интерполяции для восстановления

ния элементов изображения, потерянных после пересчета координат. В среде MATLAB разработана программа для коррекции сферических искажений в цифровых изображениях. Проведенные эксперименты доказали работоспособность алгоритмов для успешной коррекции сферических искажений в цифровых изображениях.

Литература

1. Kapustin V.V. Coordinate Correction of Distortions in the Television-Computer Systems for Pattern Recognition / V.V. Kapustin, A.G. Kostevich, M.I. Kuryachiy // IEEE 16-th International Conference of Young Specialists on Micro/Nanotechnologies and Electron Devices. – 2015. – P. 289–291.
2. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. – М.: Техносфера, 2006. – 616 с.
3. Конюхов А.Л. Определение функции рассеяния точки по характерным фрагментам изображений / А.Л. Конюхов, А.Г. Костевич, М.И. Курячий // Доклады ТУСУРа. – 2012. – № 2 (26). - С. 116–120.

Капустин Вячеслав Валериевич

Аспирант каф. телевидения и управления ТУСУРа

Тел.: +7-960-969-88-77

Эл. почта: peregnun@mail.ru

Kapustin V.V.

Coordinate correction of distortions in the television-computer systems

A method for correcting coordinate distortions in the television-computer systems with distorted lenses is described. Author proposed and tested algorithm for image reconstruction at high values of the coefficient of distortion, as well as the one for image reconstruction the after applying the distortion correction algorithm.

Keywords: coordinate distortion, correction, television-computer systems.