

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.932, 004.922

Некревич  
Сергей Андреевич

Программное средство исправления дисторсии  
на широкоугольных («FishEye») изображениях

### **АВТОРЕФЕРАТ**

на соискание степени магистра информатики и вычислительной техники  
по специальности 1-40 81 02 «Технологии виртуализации и облачных  
вычислений»

---

Научный руководитель:

Лукашевич Марина Михайловна

кандидат технических наук, доцент

---

Минск 2019

## ВВЕДЕНИЕ

Широкоугольные и «FishEye» изображения в основном характеризуются наличием бочкообразной (или отрицательной) дисторсии. Это означает, что линии, лежащие в плоскости оптической оси, остаются неискаженными, остальные же искривляются. При этом, увеличение изображения в центре становится больше, нежели по краям. Таким образом, намеренное внесение искажений позволяет отобразить бесконечно широкую плоскость объекта в конечную плоскость изображения.

Искажения широкоугольных объективов могут быть использованы как некоторый художественный эффект и не требуют исправления. Кроме того, большая глубина резкости удобна при создании панорам, пейзажей, снимков на фоне достопримечательностей, фотографий в малогабаритных помещениях и так далее.

В технических системах (например, системах охраны или роботизированных системах) подобные объективы могут применяться для уменьшения количества камер. Однако, в исходном виде полученные изображения непригодны для анализа и требуют предварительного исправления дисторсии, а также кадрирования (то есть разбиение большого изображения на более мелкие, содержащие только необходимые объекты).

В связи с этим возникает необходимость создания специализированного программного средства, которое позволяло бы корректировать дисторсию на широкоугольных изображениях, а также могло быть использовано в качестве модуля предобработки изображений для различного рода технических систем.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность темы исследования:**

Широкоугольное изображение представляет собой снимок (кадр), полученный с помощью объектива с коротким фокусным расстоянием. Преимуществом таких изображений, является большой угол зрения (до 180 градусов, а в некоторых случаях даже больше), однако они имеют и недостаток – дисторсию. Это означает что прямые линии на изображении становятся кривыми, за исключением тех, которые лежат в плоскости оптической оси объектива. Изображения с дисторсией не пригодны для анализа ввиду того, что нарушается геометрическое подобие исходного объекта и его изображения, в связи с чем требуется предварительное исправление дисторсии.

### **Цели и задачи исследования:**

Целью работы создание программного средства исправления дисторсии на широкоугольных («FishEye») изображениях. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие теоретические и практические задачи:

– анализ методов и алгоритмов исправления дисторсии (исследование основных характеристик объективов и их влияние на изображения, особенностей широкоугольных изображений, видов дисторсии и причин ее возникновения, а также основные подходы к оценке и устранению искажений изображения);

– проектирование программного средства исправления дисторсии (подбор методов предварительной обработки изображений, разработка общей структуры программного средства, выбор алгоритмов исправления дисторсии);

– реализация программного средства устранения дисторсии (выбор технологий и библиотек для реализации средства, а также непосредственно реализация программного средства и разработка методики его тестирования).

**Объектом исследования** являются широкоугольные («FishEye») изображения

**Предметом исследования** выступают методы и алгоритмы исправления дисторсии на широкоугольных изображениях.

**Научная новизна** заключается в создании программного средства устранения дисторсии, которое может работать как отдельное приложение с графическим пользовательским интерфейсом, а также как библиотека для устранения дисторсии в рамках другого приложения.

### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Особенности изображений, получаемых с помощью широкоугольных объективов.
2. Основные подходы к исправлению дисторсии.
3. Структура программного средства устранения дисторсии на широкоугольных изображениях.
4. Основные результаты разработки программного средства исправления дисторсии.

### **Апробация результатов диссертации:**

Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на следующих конференциях: 55-я юбилейная научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР (Минск, 2019).

### **Опубликованность результатов исследования:**

По результатам исследований, представленных в диссертации, опубликовано 2 печатные работы, в том числе 1 статья и 1 тезис в сборниках и материалах научных конференций.

### **Структура и объем диссертации:**

Структура диссертационной работы обусловлена целью, задачами и логикой исследования. Работа состоит из введения, четырёх глав и заключения, библиографического списка и приложений. Общий объем диссертации – 73 страницы. Работа содержит 1 таблицу, 33 рисунка, 2 приложения. Библиографический список включает 30 наименования, графический материал включает 12 слайдов презентации (Приложение Б).

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** кратко рассмотрена характеристика широкоугольных объективов и изображений, полученных с их помощью, показана область применения широкоугольных изображений, а также дано обоснование актуальности темы диссертационной работы.

В **общей характеристике работы** сформулированы ее цель и задачи, даны сведения об объекте исследования и обоснован его выбор, представлены положения, выносимые на защиту, приведены сведения о личном вкладе автора, апробации результатов диссертации и их опубликованность, а также, структура и объем диссертации.

В **первой главе** произведен анализ предметной области, в ходе которого были рассмотрены виды дисторсии, а также причины ее возникновения на широкоугольном изображении. Были исследованы объективы и их основные характеристики, а также выявлено, какие объективы будут относиться к широкоугольным. Рассмотрены сферы применения «FishEye» изображений. Исследованы три основных подхода к устранению дисторсии. Были найдены и проанализированы существующие аналоги разрабатываемого программного средства

Во **второй главе** рассмотрен выбор подходящих методов исправления дисторсии, которыми являются метод сферических искажений, а также метод, основанный на предварительной калибровке камеры. Была построена общая крупноблочная структура проекта, включающая в себя девять основных блоков и модулей: блок графического интерфейса пользователя, блок обработки событий, блок модели данных, блок работы с файлами, блок предобработки изображения, блок автоматической коррекции, блок автоматической коррекции (включающий себя модуль калибровки камеры, а также модуль исправления дисторсии) и блок постобработки изображения. Представлена краткая характеристика каждого блока, а также описаны основные связи между ними.

В **третьей главе** рассмотрена разработка функциональных блоков программного средства. Графический интерфейс пользователя предложено описывать с помощью разметки FXML. Рассмотрены основные классы приложения, а также описаны их поля и методы для каждого из них. Ключевой особенностью приложения является наличие библиотеки, описанной на C++, которая подключается к данному приложению, а также может быть включена в другое приложение как модуль предварительной обработки.

В **четвертой главе** проведено экспериментальное исследование возможных подходов для реализации, а также выбраны наиболее

подходящие из них. Так, на основании экспериментального исследования трех вариантов калибровочных изображений (квадратной сетки, шахматной доски и асимметричного множества точек), анализа положительных и негативных сторон каждого из них было выбрано наиболее подходящее для задач данной магистерской диссертации – изображение шахматной доски. Рассмотрены возможные варианты детекторов углов, а также предложен вариант нахождения шаблона на изображении. Показано, что применение функций OpenCV является более точным, а также продемонстрированы результаты исправления дисторсии на изображении.

**В пятой главе** описано тестирование полученного программного средства, в результате которого была проверена правильность работы основных блоков программного средства. Успешное выполнение всех названных сценариев действий говорит об корректной работе разработанной программы.

**В шестой главе** приведено руководство пользователя приложения с графическим пользовательским интерфейсом.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Можно заключить, что поставленные задачи были выполнены в полном объеме, а разработанное программное средство отвечает предъявляемым к нему требованиям.

Основными результатами работы выражены в следующем:

1. Исследованы широкоугольные объективы и изображения, получаемые с их помощью.

2. Рассмотрено три подхода исправлению дисторсии: метод, основанный на использовании параметров объектива, метод сферических искажений, а также метод, основанный на предварительной калибровке объектива.

3. Выбраны методы устранения дисторсии, а также обоснован выбор шахматной доски в качестве калибровочного изображения.

4. Разработана общая структура программного средства

5. Реализована библиотека для устранения дисторсии на языке программирования C++.

6. Реализовано программное средство с графическим пользовательским интерфейсом на языке программирования Java, использующее данную библиотеку.

## СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

[1] Некревич С.А., Методы устранения дисторсии на широкоугольных изображениях / С.А. Некревич, Ю.И. Сапронова // Интернаука: научный журнал. № 21(103). – М. : Изд. «Интернаука», 2019.

[2] Некревич С.А. Устранение дисторсии на широкоугольных изображениях / С.А. Некревич, Ю.И. Сапронова // Компьютерные системы и сети: материалы 55-й юбилейной научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 22 – 26 апреля 2019 г. / Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники. – Минск, 2019.