

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО

Кафедра дискретной математики
и информационных технологий

**УВЕЛИЧЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТОДОМ
ПОЛЕЙ ОРИЕНТАЦИЙ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

студента 5 курса заочного отделения
специальности 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
факультета компьютерных наук и информационных технологий
Шергина Виталия Станиславовича

Научный руководитель
ассистент кафедры ДМиИТ

Н.Е. Тимофеева

Зав. кафедрой
доцент, к.ф.-м.н., доцент

Л.Б. Тяпаев

Саратов 2017

ВВЕДЕНИЕ

Обработка и анализ изображений все более широко входит в нашу жизнь. С появлением дешевых и быстродействующих микропроцессоров существенно возросло количество электронных устройств, осуществляющих цифровую обработку изображений – фотоаппараты, телевизоры, видеокамеры и подобные устройства. Типичными задачами обработки изображения являются:

- изменение разрешения изображения;
- фильтрация шума;
- детекция лица, глаз, улыбки, и прочих элементов на изображении;
- применение к изображению художественных эффектов.

Изображения обычно представлены в виде матрицы квадратных элементов, называемых пикселями (растровое представление изображения). Основная проблема, возникающая при обработке изображений, заключается в том, что значения пикселей являются слишком низкоуровневыми свойствами изображения, из которых достаточно сложно получить нужную для обработки информацию [1].

Предметом исследования работы является технология разработки программы для решения задачи увеличения цифровых изображений.

Одним из наиболее актуальных на данный момент инструментов анализа изображений являются так называемые поля ориентаций изображения.

Целью бакалаврской работы является разработка программного обеспечения для реализации задачи увеличения цифровых изображений методом полей ориентаций.

Основные задачи:

- рассмотреть методы увеличения цифровых изображений методом полей ориентаций, выделить подходы, которые будут использованы при реализации программного продукта;

- разработать алгоритм увеличения цифровых изображений, применяя теорию полей ориентации изображений;
- осуществить программную реализацию разработанного алгоритма;
- провести сравнительный анализ разработанного алгоритма с современными алгоритмами.

Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложения. Первая глава «Теоретические аспекты и алгоритмы увеличения цифровых изображений», вторая глава «Анализ исследуемой проблемы», третья глава «Программная реализация разработанного алгоритма увеличения цифрового изображения» и глава четыре «Сравнительный анализ алгоритмов увеличения изображений».

Основное содержание работы

1. Теоретические аспекты и алгоритмы увеличения цифровых изображений. Все существующие методы увеличения изображений основаны на различных алгоритмах интерполяции.

Общепринятые алгоритмы увеличения можно поделить на две категории: адаптивные и неадаптивные. Адаптивные методы изменяются в зависимости от предмета интерполяции (резкие границы, гладкая текстура), тогда как неадаптивные методы обрабатывают все пиксели одинаково.

При значительном увеличении масштаба изображения выше указанные алгоритмы приводят к следующим проблемам:

- возникновение волновых помех около резких границ на изображении;
- потеря четкости изображения после масштабирования;
- появление неравномерности на резких диагональных границах изображения;
- субпиксельный сдвиг изображения, вызванный особенностями реализации интерполяционных алгоритмов.

Таким образом, необходимо рассмотреть новые подходы и теории для осуществления увеличения цифрового изображения и чтоб избежать выше перечисленных проблем. Одной из таких теорий, является теория полей ориентации.

2 Анализ исследуемой проблемы. Цифровое изображение в растровом представлении представляет собой набор пикселей. Каждому пикселю можно сопоставить некоторую монотонную функцию, которая будет отражать изменение его яркости. Так как значение пикселя, в данном представлении, отражает низкоуровневые значения изображения, то для качественной обработки цифрового изображения этой информации не хватает.

Рассмотрим задачу увеличения цифрового изображения как задачу изменения масштаба цифрового изображения, а именно вычисление значения

яркости в точках, которые не принадлежат исходному множеству, в котором эти значения известны.

Как правило, для решения данной задачи применяют алгоритмы интерполяции, которые основываются на сопоставлении пикселям некоторых функций с последующим их сложением. Данный подход при больших увеличениях создает эффект ступенчатости, показанный на рисунке 2.1.

Для избавления от ступенчатости при обработке цифровых изображений вводят анизотропии, причем анизотропия должна зависеть от локальных особенностей изображения [1]. В качестве такого введения может выступать ориентация – направление, вдоль которого изображение меняется меньше всего.

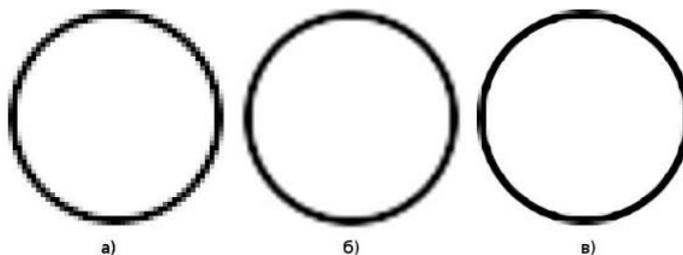


Рисунок 2.1 – Эффект ступенчатости: а) исходное изображение; б) увеличенное с помощью бикубической интерполяции; в) увеличенное при помощи анизотропной интерполяции.

Ориентация являются более высокоуровневыми признаками изображения, чем цвета пикселей, поэтому могут быть эффективно применены для задачи увеличения цифрового изображения [1].

Если рассмотреть ориентацию в непрерывном случае то она будет определять направление изолиний в точке, перпендикулярно вектору градиента. Таким образом, ориентацию можно представить как вектор, который известен до знака. Назовем их векторами ориентаций. Для работы с данными векторами их необходимо привести к виду обычных векторов [1].

Это можно провести, проведя удвоение угла поворота, после чего вектор ориентации превращается в обычный вектор. Операция удвоения угла обладает следующими свойствами:

- после удвоения угла векторы \vec{x} и $-\vec{x}$ становятся равными;
- максимально различающиеся ориентации – перпендикулярные превращаются в максимально различающиеся векторы – противоположно направленные.

Таким образом, удвоение угла осуществляет взаимно-однозначное отображение пространства векторов ориентации в пространство обычных векторов.

Для удвоения угла векторов можно рассмотреть вектор $(x, y)^T$ как комплексное число $x + iy$, и возвести его в квадрат:

$$(x + iy)^2 = (x^2 - y^2) + i * (2xy) \quad (2.1)$$

Для соответствующего преобразования вектора введем операцию sqr :

$$sqr((x, y)^T) = (x^2 - y^2, 2xy)^T \quad (2.2)$$

Это выражение может быть вычислено целочисленно.

Наряду с направлением ориентация обладает еще одним важным свойством, которое называется «выраженность». «Выраженность» представляет собой число, которое характеризует насколько сильно, данная ориентация выделяется среди других. В рассматриваемом случае в качестве выраженности будет взята длина вектора градиента [1].

Из проведенного анализа выше следует, что поле ориентаций гораздо более гадкое, чем исходное изображение, поэтому может быть хорошо проинтерполировано даже простой билинейной интерполяцией. Однако не очевидно, как поле ориентаций превратить обратно в изображение.

Для этого был разработан следующий алгоритм:

1. По исходному изображению вычисляем поле ориентаций В.
2. Увеличиваем разрешение исходного изображения алгоритмом билинейной интерполяции.
3. Увеличиваем поле ориентаций В удвоением угла по формуле (2.2), получаем поле ориентаций высокого разрешения.
4. Сокращаем вдвое углы поля ориентаций D.
5. Для увеличенного изображения вычисляем поле градиентов F.

6. Преобразуем поле градиентов F так, чтобы его вектора были коллинеарны векторам поля D .
7. По полю градиентов F восстанавливаем изображение.

Метрика PSNR (Pick Signal to Noise Ratio). PSNR наиболее часто используется для измерения уровня искажений при сжатии изображений.

PSNR определяется так:

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{MAX_I^2}{MSE} \right) \quad (2.3)$$

где MAX_I – это максимальное значение, принимаемое пикселем изображения.

Когда пиксели имеют разрядность 8 бит, $MAX_I = 255$. Вообще говоря, когда значения сигнала представлены линейно с B битами на значение, максимально возможное значение MAX_I будет $2^B - 1$ [7].

Для цветных изображений с тремя компонентами RGB на пиксель применяется такое же определение PSNR, но MSE считается по всем трем компонентам (и делится на утроенный размер изображения).

Таким образом, алгоритм сравнения изображения с его восстановленным аналогом выглядит следующим образом:

- уменьшаем исходное цифровое изображение;
- увеличиваем уменьшенное цифровое изображение до размеров исходного;
- вычисляем значения метрики PSNR для исходного и увеличенного изображений.

3. Программная реализация разработанного алгоритма увеличения цифрового изображения

На основе изложенного выше алгоритма увеличения цифрового изображения был разработан программный продукт, который позволяет использовать данный метод на практике. Программа написана на языке C# и для правильной работы необходим компьютер, работающий под управлением операционной системы, установленным на него NET Framework 4.5.

После запуска программы пользователь видит интерфейс, который представлен на рисунке 3.1.

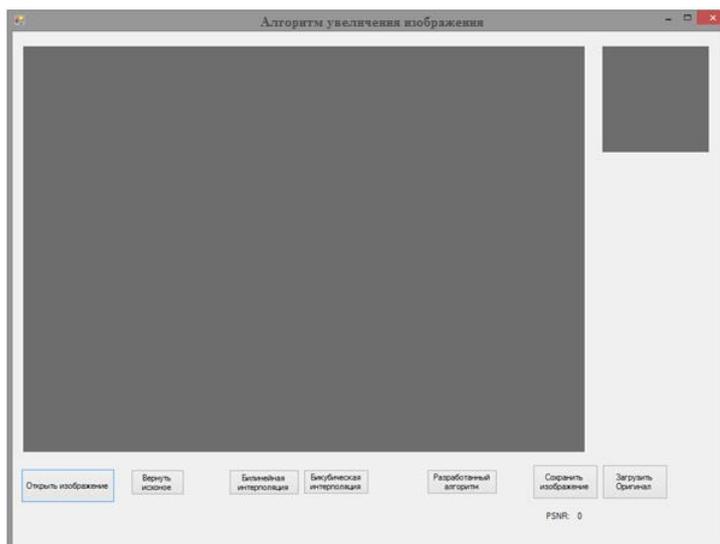


Рисунок 3.1 – Внешний вид программы

Для начала работы пользователь должен загрузить файл с изображением в формате .png или .jpeg, для чего необходимо нажать кнопку «Открыть изображение». Результат работы показан на рисунке 3.2.

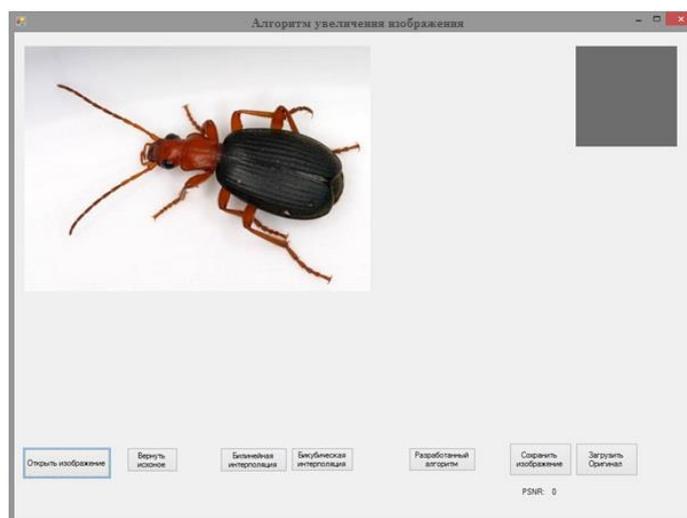


Рисунок 3.2 – Открытое изображение

Далее пользователь, может выбрать с помощью какого алгоритма он собирается увеличить изображение. В данной программе реализованы 3 метода увеличения: билинейная интерполяция; бикубическая интерполяция; разработанный алгоритм.

При нажатии на кнопки «Билинейная интерполяция», «Бикубическая интерполяция» происходит увеличение изображения в 2 раза с помощью

соответствующего алгоритма. При нажатии на кнопку «Разработанный алгоритм» происходит увеличение изображения в 2 раза с помощью разработанного в ходе выполнения работы алгоритма. Результат отображен на рисунке 3.4.

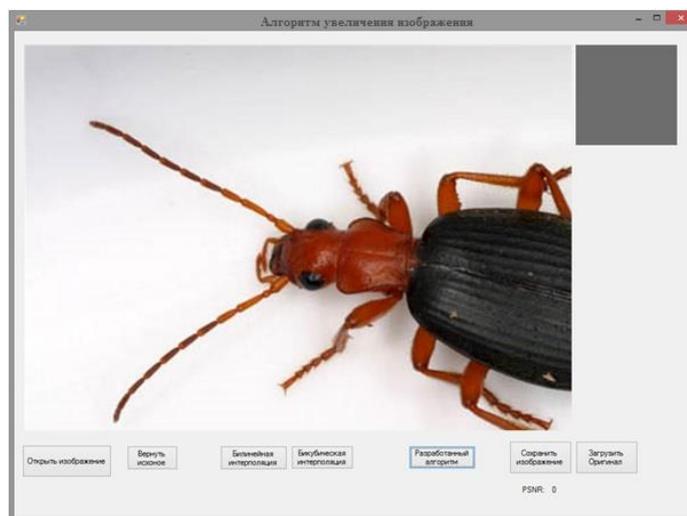


Рисунок 3.4 – Разработанный алгоритм

Кроме того программа позволяет произвести сравнение увеличенного изображения с его оригиналом.

Для этого необходимо нажать кнопку загрузить оригинал, после чего откроется стандартное окно выбора файла. После выбора файла оригинал изображения отобразится в правом верхнем углу. А внизу будет показан коэффициент PSNR – результат сравнения увеличенного изображения и его оригинала, представленный на рисунке 3.5.

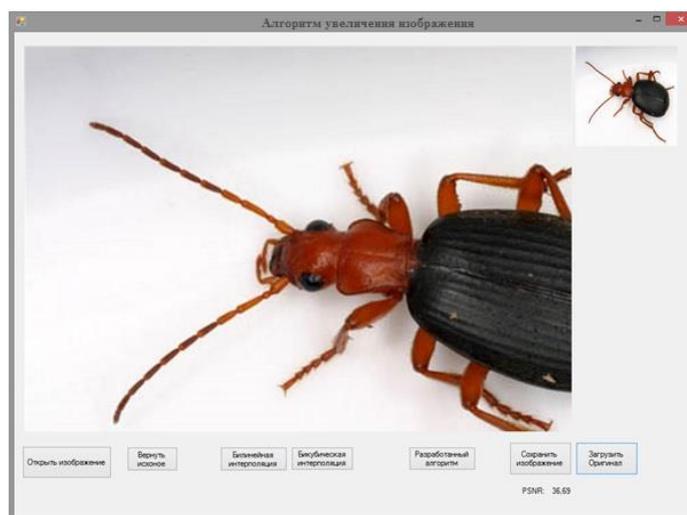


Рисунок 3.5 – Сравнение с оригиналом

4. Сравнительный анализ алгоритмов увеличения изображений. Для тестирования работоспособности разработанного алгоритма использовались изображения с ресурса «ImageNet» [8]. ImageNet – это проект, обладающий массивной базой данных аннотированных изображений, которые используются для тестирования и отработки алгоритмов распознавания образов, алгоритмов увеличения и систем машинного зрения. По состоянию на 2016 год в базу данных было записано около десяти миллионов с изображениями.

Результаты сравнения алгоритмов обработки изображений представлены на рисунке 4.1.

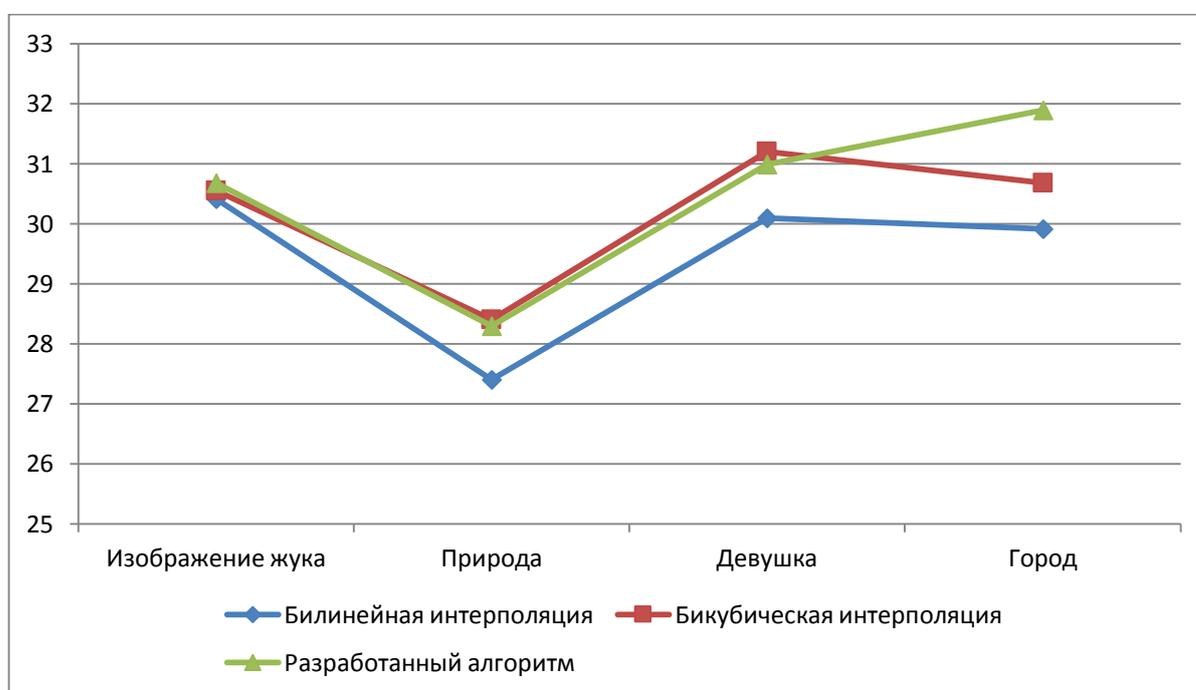


Рисунок 4.1 – График результатов сравнения

Из полученного сравнения методов представленных выше видно, что разработанный алгоритм осуществляет увеличение цифровых изображений практически аналогично методу бикубической интерполяции. Но при наличии в изображениях большого количества деталей и цветовых переходов разработанный алгоритм показывает наилучшие результаты.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения работы были рассмотрены алгоритмы увеличения цифровых изображений и изучена теория полей ориентации. На основании данной теории был разработан алгоритм увеличения цифровых изображений, позволяющий получать результат более качественный, чем стандартные алгоритмы.

В результате проделанной работы было создано программное обеспечение, предоставляющее возможность использовать данный алгоритм на практике. Было произведено сравнение разработанного алгоритма со стандартными алгоритмами увеличения цифровых изображений. Результаты сравнения показывают, что разработанный алгоритм дает более качественные результаты, чем стандартные.

Разработанное программное обеспечение и алгоритм по увеличению цифровых изображений на основе теории полей ориентаций можно успешно применять для обработки цифровых изображений плохого качества, для повышения качества изображений лиц в видеопотоке.

Таким образом, поставленная цель и задачи бакалаврской работы полностью выполнены.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Сухинов А.А. Новый метод вычисления поля ориентаций изображения / А.А. Сухинов, И.Н. Тетеревлев, В.В. Царевский //Изв. ЮФУ. 2011.Т. 121: Математика, вып. 8. С. 187-199.
- 2 Сойфер, В.А. Методы компьютерной обработки изображений / В.А. Сойфер. ФИЗМАТЛИТ, 2003. 779 с.
- 3 Градиент [Электронный ресурс] : Википедия. Свободная энциклопедия / - URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Градиент> (дата обращения 05.04.2017). Загл. с экрана. Последнее изменение этой страницы: 21:09, 7 ноября 2016 года. Яз. рус.
- 4 Маркелов К.С. Модель повышения информативности цифровых изображений на базе метода суперразрешения / К.С. Маркелов // Инженерный вестник М.: ФГБОУ ВПО «МГТУ им. Н.Э. Баумана». 2013. вып. 3. С. 525-542.
- 5 Билинейная интерполяция [Электронный ресурс] : Википедия. Свободная энциклопедия / некоммерческой организации. - URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Билинейная_интреполяция (дата обращения 15.04.2017). Загл. с экрана. Последнее изменение этой страницы: 21:09, 7 ноября 2016 года. Яз. рус.
- 6 Оператор Собеля [Электронный ресурс] : Википедия. Свободная энциклопедия / URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Оператор_Собеля (дата обращения 15.04.2017). Загл. с экрана. Последнее изменение этой страницы: 21:09, 7 ноября 2016 года. Яз. рус.
- 7 Сидоров Д.В. К вопросу оценки качества множества восстановленных изображений / Д.В. Сидоров // Общество с ограниченной ответственностью «Синергия ПРЕСС». Прикладная информатика.2008. вып. 4. С. 92-95.
- 8 Large scale visual challenge [Электронный ресурс]// «IMAGENET» : URL: <http://www.image-net.org/challenges/LSVRC/2014/index#data> (дата обращения 10.04.2017).