

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ РАЗМЫТИЯ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

© 2016 г. Р.В. ЧКАЛОВ, К.С. ХОРЬКОВ, Е.Р. БАШКИРОВ, А.С. ЧЕРНИКОВ

Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых,
Институт прикладной математики, физики и информатики, г. Владимир

Введение

В данной статье рассматривается применение оригинального подхода, направленного на решение задачи автоматического определения положения фокуса оптической системы путем анализа степени размытия получаемых цифровых изображений. Автоматизация процесса фокусировки камеры на объекте упрощает проведение оптических измерений большого количества образцов с развитым рельефом. Из этих соображений представляет интерес разработка алгоритма, позволяющего произвести выбор наиболее чёткого изображения из определённого объема потоковых данных.

Методы исследования

Для получения высокого пространственного разрешения и большого увеличения, в оптической микроскопии применяют высокократные объективы. Оптические системы, обладающие большим увеличением, также обладают чрезвычайно низкой глубиной резкости. На рис. 1 представлены двумерные изображения, полученные методом оптической микроскопии при разном положении фокуса с применением 100X объектива, на примере которых будет рассмотрен предлагаемый в данной статье метод оценки размытия цифровых изображений.

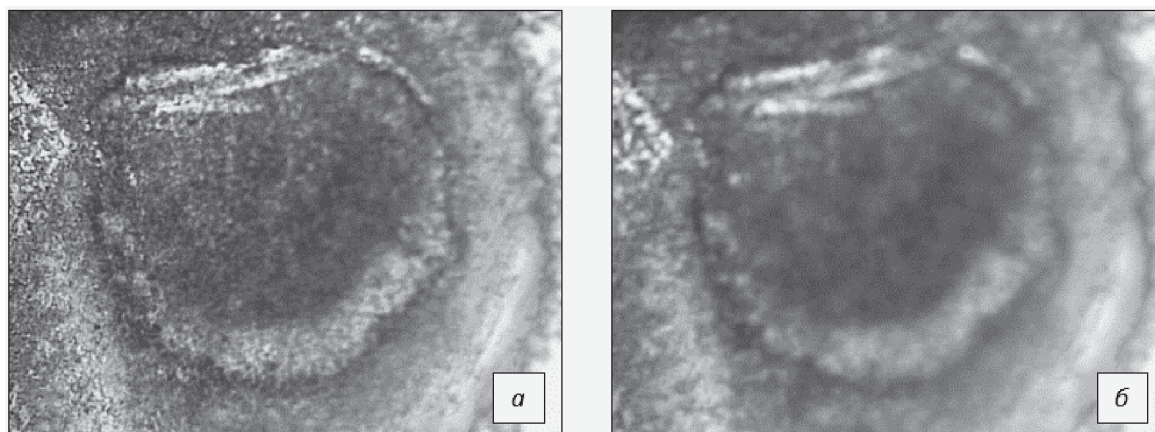


Рис. 1. Изображения, полученные при помощи оптического микроскопа, при различном положении фокуса.

Процесс оценки степени размытия изображений включает в себя несколько этапов, важнейшим из которых является выделение границ отдельных элементов изображения. В данной статье задача выделения границ решается посредством наложения на изображения простых масок, весовые коэффициенты которых могут принимать как положительные, так и отрицательные значения. Принцип такой обработки заключается в следующем: пиксель нового изображения формируется на базе пикселя ис-

ходного изображения, с учётом различных весовых коэффициентов применяемой маски (рис. 2).

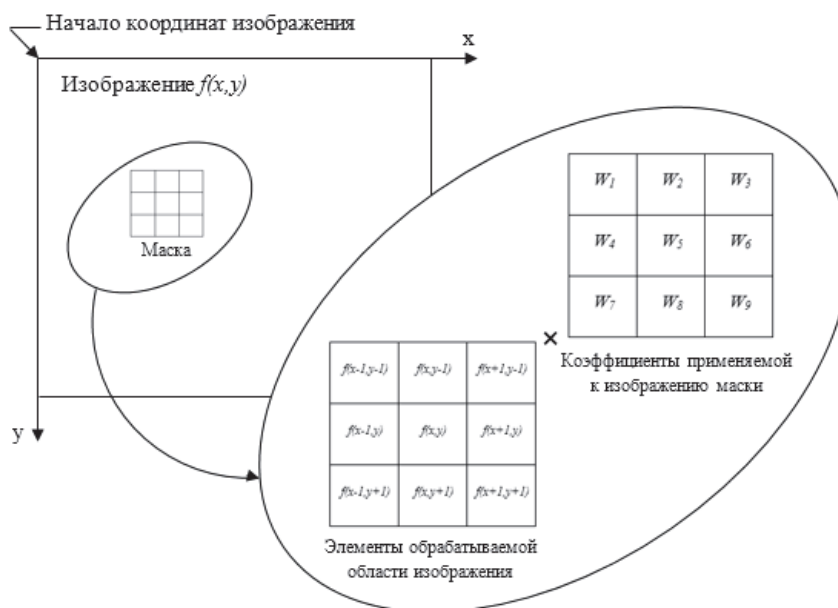


Рис. 2. Схема пространственной фильтрации изображения.

В однотонных участках изображения пиксели имеют примерно одинаковую яркость, градиент которой низок, и в результирующем изображении подобные участки просто темнеют. В областях резких перепадов яркости, характеризующихся наличием контуров отдельных элементов изображений, крутизна изменения яркости высока, а в конечном изображении в подобных зонах появляются яркие линии.

Одним из наиболее широко используемых фильтров выделения краев является фильтр Лапласа (Laplacian filter). В результате преобразования исходного изображения в ахроматическое с его дальнейшей обработкой при помощи данного фильтра, распределение яркости пикселей будет лежать в диапазоне от 0 (черный цвет, наибольшее размытие) до 255 (самые контрастные участки исходного изображения), диаграммы распределения яркости пикселей обработанных изображений представлены на рис. 3.

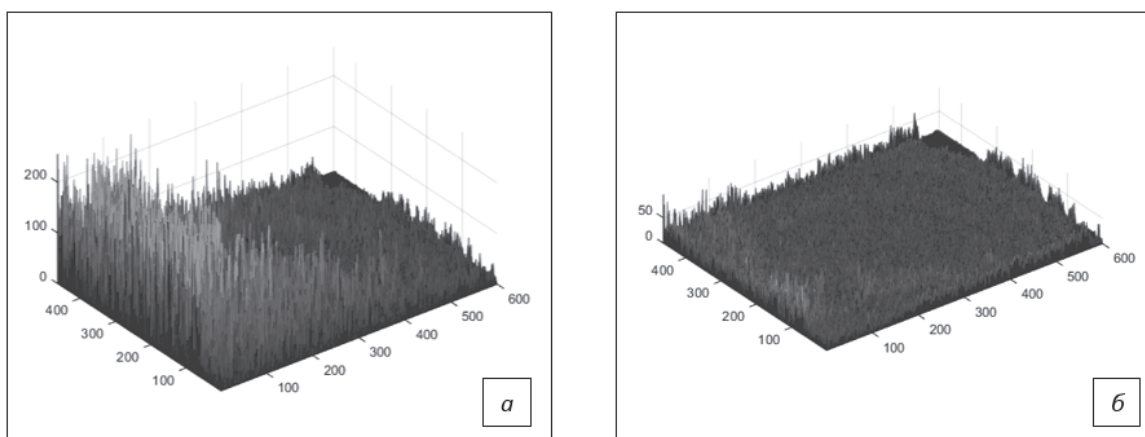


Рис. 3. Диаграммы распределения яркости пикселей обработанных изображений.

Как видно из диаграмм, чем выше пики яркости пикселей обработанного изображения, тем более чётким оказывается соответствующее исходное изображение. В таком случае, в качестве параметра, позволяющего провести сравнение степени раз-

мытия ряда изображений, следует принять среднее значение квадрата яркости пикселя:

$$\bar{Y}^2 = \frac{1}{N} \sum_{p=1}^N Y_p^2,$$

где Y_p – яркость каждого отдельного пикселя изображения; N – количество пикселей изображения.

Таблица 1

Средние значения квадрата яркости пикселя для обработанных изображений

Изображение	Среднее значение квадрата яркости пикселя \bar{Y}^2
<i>а</i>	910
<i>б</i>	53

Исходя из полученных данных, представленных в табл. 1, можно сделать вывод, что изображение *а* является менее размытым, чем изображение *б*, что соответствует действительности, следовательно изображение, обладающее наибольшим значением \bar{Y}^2 , будет являться наиболее четким.

Основанный на использовании описанного метода алгоритм автофокусировки включает в себя несколько этапов. Исследуемый объект помещается на прецизионную платформу, которая плавно перемещается вдоль вертикальной оси Z . В процессе движения объекта, формируется массив снимков, получаемых с цифровой камеры при разных значениях Z . Для каждого полученного изображения вычисляется величина \bar{Y}^2 . Таким образом, высота Z , на которой находилась платформа в момент фиксации изображения, обладающего наибольшим средним значением квадрата яркости пикселя, будет соответствовать положению объекта в фокусе.

Заключение

С учётом полученных результатов можно рекомендовать описанный подход для предварительной оценки качества изображений из больших массивов с целью отбора изображений, обладающих наименьшей степенью размытия и как следствие наиболее пригодных для проведения дальнейшего анализа, либо графической обработки. В частности, метод может успешно применяться с целью организации процесса автофокусировки оптических систем на базе цифровых камер, основанного на анализе степени размытия получаемых из видеопотока изображений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гугель Ю.В., Гуров В.С., Гуров И.П., Семенов Н.В., Шалаев М.А. Оценка качества передачи динамических изображений по реальным каналам связи // VII Всероссийская научно-методическая конференция «Телематика'2000».
2. Фисенко В.Т., Фисенко Т.Ю. Компьютерная обработка и распознавание изображений: учеб. пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. – 192 с.
3. Wang Z., Bovik A.C., Sheikh H.R. Image quality assessment: From error visibility to structural similarity // IEEE transaction on Image Processing. – 2004. – Vol. 13, № 4. – P. 309-12.
4. Shnayderman A., Gusev A., Eskicioglu A.M. An SVD-Based Gray-Scale Image Quality Measure for Local and Global Assessment // IEEE Transactionson image processing. – February 2006. – Vol. 15, №. 2.