

УДК 629.7

## МЕРА ОЦЕНКИ РЕЗКОСТИ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Ю.И. МОНИЧ, В.В. СТАРОВОЙТОВ

*Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси  
Сурганова, 6, Минск, 220012, Беларусь*

*Поступила в редакцию 14 февраля 2011*

Рассматриваются различные подходы к решению задачи оценки резкости цифрового изображения. Предлагается простая мера для оценки степени резкости изображения. Эксперименты подтверждают эффективность предложенной меры.

*Ключевые слова:* цифровое изображение, оценка качества изображения, резкость изображения.

### Введение

Одной из важнейших задач в системах обработки и распознавания изображений является оценка качества исходных данных, т.е. изображений [1, 2]. Изображения плохого качества могут привести к некорректной работе систем распознавания. Несмотря на активный поиск и разработку новых методов, которыми занято множество исследователей [1–9], пока не удалось найти универсальную меру оценки качества цифрового изображения. Поиск универсальной меры качества изображений до сих пор остается достаточно сложной и нерешенной задачей [3].

Существует множество параметров, характеристик и признаков, которые определяют качество изображения. В данной статье была поставлена задача – найти простую, но эффективную меру для оценки степени резкости представленного изображения. Объект съемки на изображении может быть нерезким по нескольким причинам:

а) из-за неправильной фокусировки (когда объект съемки находится вне точки фокусировки) (out-focus) [4, 5];

б) перемещение объекта съемки относительно камеры, также как и перемещение камеры, приводит к размытию объекта на изображении (blur-motion) [4].

Возможны два варианта задачи оценки качества изображений [7, 10]:

1) сравнение двух (или нескольких) изображений с эталонным или между собой и выбор лучшего (оценка качества изображения путем сравнения с эталоном) [9];

2) оценка качества единственного изображения (т.е. безэталонная оценка качества изображения).

Существует множество различных оценок качества изображений, использующих первый подход, например, различные метрические и корреляционные функции, среднеквадратичное отклонение и др. [8–10].

Найти меру оценки качества одного изображения (в рамках второго подхода) намного сложнее. Меры, используемые в первом подходе, здесь не применимы, т.к. анализируемое изображение не с чем сравнивать.

### Безэталонные оценки размытости изображений

Даугман [11], исследуя качество изображений радужной оболочки глаза (РОГ), для оценки резкости изображения предложил использовать анализ соотношения низких и высоких

частот спектра Фурье изображения (рис. 1). Однако наши эксперименты показали, что достаточно сложно найти границы между частотами, а также значение глобального порога разделяющего резкие и нерезкие изображения.

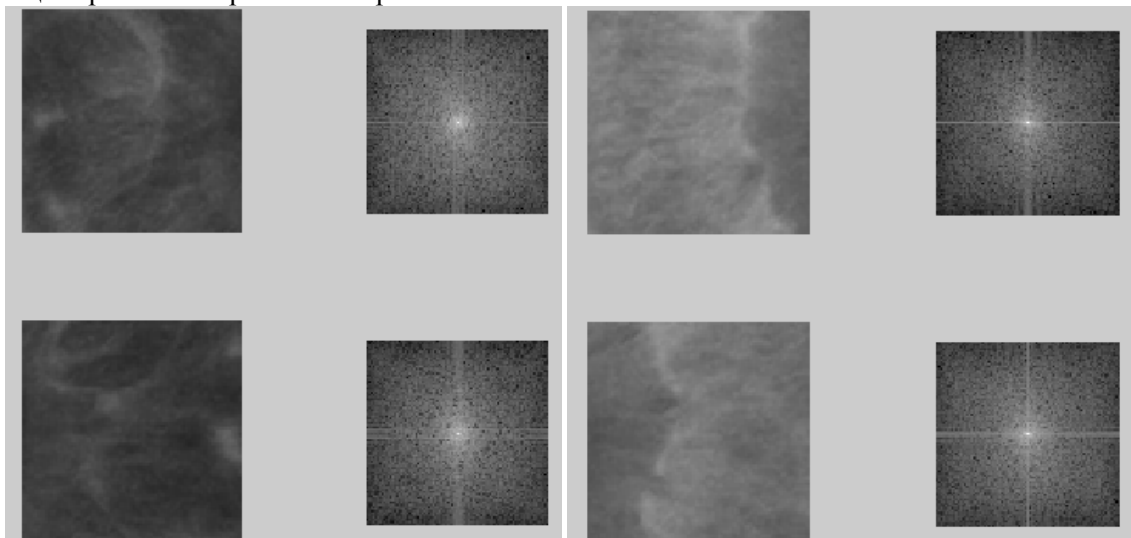


Рис. 1. Фрагменты изображений радужной оболочки глаза и их спектры Фурье

В работах [12, 13] предлагается следующая оценка резкости изображения. Резкость  $RQ$ :

$$RQ = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^{M-1} \sum_{j=1}^{N-1} \frac{(|f_{i,j} - f_{i-1,j}| + |f_{i,j} - f_{i,j-1}|)^2}{(M-1) \cdot (N-1)}, \quad (1)$$

где  $f_{i,j}$  – значение функции яркости изображения в пикселях с координатами  $(i, j)$ ;  $K$  – половина максимального значения яркости;  $M, N$  – ширина и высота изображения.

На рис. 2 представлены результаты оценки резкости изображения  $RQ$ , вычисленные по формуле (1). Анализ серии изображений с разной резкостью свидетельствует о том, что наибольшее значение меры  $RQ$  имеют более резкие изображения. Однако значения данной меры, вычисленные для последних трех изображений рис. 2 (расфокусированные искусственно изображения глаз с использованием фильтра Гаусса), для четкого и самого расфокусированного очень близки, отличаются всего на 0,01, что затрудняет объективную оценку четкости данных изображений.

Нами была предложена другая мера оценки резкости изображения. Для оценки резкости единственного изображения предлагается создать из него второе – более размытое – и сравнить их между собой, т.е. вторую задачу о безэталонной оценке изображения свести к первой задаче. Это можно сделать, например, по следующему алгоритму:

1. на вход поступает анализируемое полутоновое изображение  $I$ ;
2. задать размеры двух масок для усредняющего фильтра  $k1$  и  $k2$ ;
3. получить изображение  $B1$ , выполнив свертку исходного изображения  $I$  с усредняющим фильтром размером  $k1$ ;
4. получить изображение  $B2$ , выполнив свертку исходного изображения  $I$  с усредняющим фильтром размером  $k2$  ( $k2 > k1$ );
5. получить оценку степени размытости  $C$ :

$$C = \sum_{(i,j) \in (M,N)} \frac{B1(i,j) - B2(i,j)}{M \cdot N} \quad (2)$$

где  $M, N$  – ширина и высота изображения.

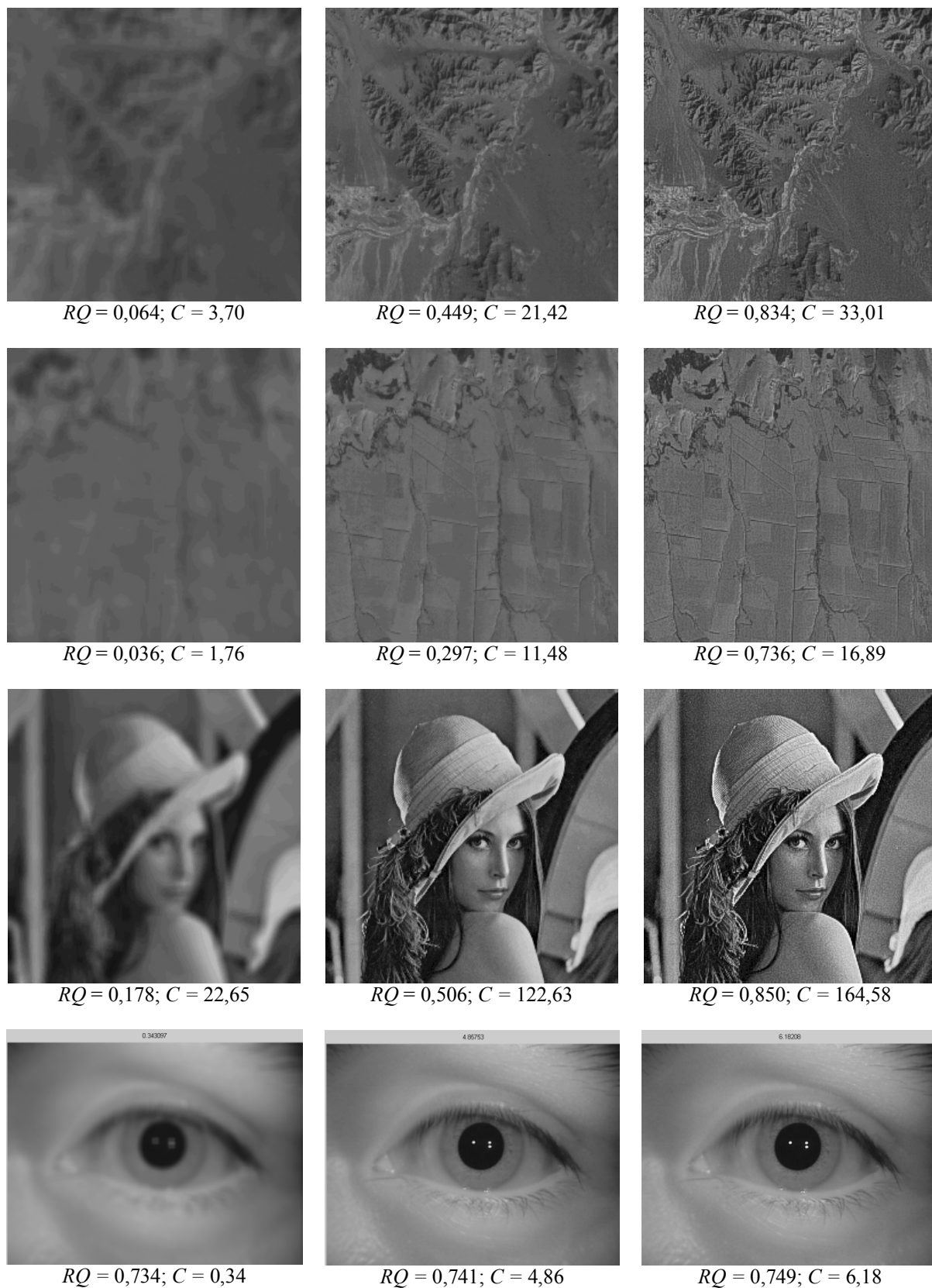


Рис. 2. Примеры изображений и их меры качества: правая колонка – исходные четкие изображения; средняя и левая колонки – расфокусированные (искусственно) копии изображений из правой колонки

Параметры  $k_1$ ,  $k_2$  и порог для оценки степени размытости  $C$  подбираются для разных классов изображений индивидуально. На рис. 2 приведены оценки резкости  $RQ$  и  $C$ . Более четкому изображению соответствует большее значение мер. Эксперименты показали практически

линейную зависимость оценки  $RQ$  для указанных изображений, хотя резкость изображений в левом столбце гораздо ниже по сравнению с изображениями в среднем и правом столбцах. Мера  $C$  лучше отражает нелинейность изменения качества изображений.

### Оценка степени размытости изображений глаз

Одним из первых и очень важных этапов работы систем распознавания личности по изображению радужной оболочки глаза (РОГ) является оперативная оценка качества поступившего изображения глаза.

Существуют различные факторы, которые снижают качество изображения РОГ:

- размытие изображения из-за движения (смазанные изображения);
- расфокусированная РОГ (отсутствие резкости в области РОГ);
- большая часть РОГ может быть закрыта ресницами, веками и др.;
- неправильное центрирование глаза.

Эксперименты проводились на изображениях глаз, полученных при съемке человека на разном расстоянии от камеры (рис. 3).

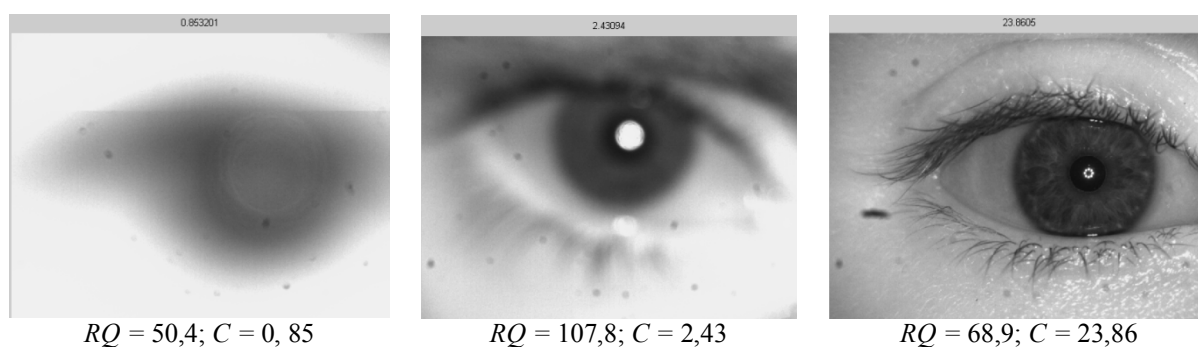


Рис. 3. Изображения глаз, зарегистрированные фотокамерой, имеющие разную степень размытости, и оценки резкости этих изображений

Из рис. 3 видно, что для изображений РОГ, полученных с фотокамеры, мера  $RQ$  не позволяет разделить четкие и расфокусированные изображения в отличие от меры, предложенной авторами статьи (2).

### Заключение

Предложена простая и эффективная мера для оценки размытости изображения, которая может быть использована для анализа входных изображений в различных задачах обработки и распознавания изображений в реальном режиме времени. Например, в системах ограничения доступа, идентификации личности по изображениям радужной оболочки глаза (в аэропортах и др.), где требуется оперативный анализ четкости полученного с камеры изображения глаза. Порог для оценки степени размытости  $C$  подбирается для каждого класса изображений. В случае, когда на изображении присутствует четкий фон и расфокусированный объект, абсолютную оценку сложно дать одним числом. Поэтому можно разделить изображение на фон, объект, и оценить степень их резкости отдельно друг от друга.

Предложенная мера реализована в блоке оценки качества исходного изображения в комплексе программ распознавания личности по изображению радужной оболочки глаза, разработанном в ОИПИ НАН Беларуси [14].

# MEASURE OF DIGITAL IMAGE BLUR EVALUATION

Y.I. MONICH, V.V. STAROVOITOV

## Abstract

Different approaches to evaluation of digital image blur are considered. A simple measure of digital image blur evaluation is presented. Experiments confirm effectiveness of the measure.

## Литература

1. Gao X., Lu W., Tao D. et al. Li, X. // Visual Communications and Image Processing. 2010. Vol. 7744, P.1–10.
2. Janssen, T.J.W.M. // Proceedings International Conference On Image Processing. 2001. Vol. 2, P. 7.
3. Сай С.В. Методы и алгоритмы анализа качества передачи мелких деталей и резких границ цветных телевизионных изображений: Дис., Хабаровск. 2003. 257 с.
4. Liu R., Li Z., Jia J. // IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. USA. 2008. P. 1–8.
5. Lim S.H., Yen J., Wu P. // Hewlett-Packard Laboratories Technical Report HPL-2005-14. 2005. P. 4.
6. Avcibas I., Memon N., Sankur B. // IEEE Transactions on Image Processing. 2003. Vol. 12, №2. P. 221–229.
7. Ciancio A., da Costa A.L.N.T. et al. // IEEE Transactions on image processing. 2011. Vol. 20, №3. P. 64–75.
8. Старовойтов В.В. // Локальные геометрические методы цифровой обработки и анализа изображений. Минск, 1997. 284 с.
9. Wang Z., Bovik A.C., Sheikh H.R., and E. P. Simoncelli. // IEEE Transactios on Image Processing. 2004. Vol. 13, №4. P. 600–612.
10. Монич Ю.И., Старовойтов В.В. // Искусственный интеллект. 2008. №4. С. 376–386.
11. Daugman J. // Update on Recognizing Persons by Iris Patterns. 2001. Vol. 45, № 1. P. 25–38.
12. Журавель И.М. Краткий курс теории обработки изображений. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://www.nsu.ru/matlab/MatLab\\_RU/imageprocess/book2/2.asp.htm](http://www.nsu.ru/matlab/MatLab_RU/imageprocess/book2/2.asp.htm).
13. Воробель Р.А., Журавель И.М. и др. // Труды Третьей Украинской научно-технической конференции «Неразрушающий контроль и техническая диагностика – 2000». 2000. С. 233–236.
14. Монич Ю.И., Старовойтов В.В., Самаль Д.И. // Электроника инфо. 2010. №5. С. 65–68.