

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ(12) **ЗАЯВКА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

(21)(22) Заявка: 2015137587, 18.03.2014

Приоритет(ы):

(30) Конвенционный приоритет:  
18.03.2013 US 13/846,447

(43) Дата публикации заявки: 24.04.2017 Бюл. № 12

(85) Дата начала рассмотрения заявки РСТ на  
национальной фазе: 19.10.2015(86) Заявка РСТ:  
US 2014/030972 (18.03.2014)(87) Публикация заявки РСТ:  
WO 2014/153322 (25.09.2014)Адрес для переписки:  
191036, Санкт-Петербург, а/я 24, "НЕВИНПАТ"

(71) Заявитель(и):

Дженерал Электрик Компани (US)

(72) Автор(ы):

КЕННИ Кевин Бернард (US),

РОТНИ Меган Перл (US)

(54) Оценка качества изображений микроскопии

## (57) Формула изобретения

1. Реализуемый компьютером способ оценки качества изображения, включающий: получение первого изображения и второго изображения, причем по меньшей мере части первого изображения и второго изображения перекрываются;

определение вращения и масштаба, связывающих первое изображение и второе изображение;

вращение и масштабирование соответствующего преобразования Фурье первого изображения так, чтобы оно соответствовало соответствующему преобразованию Фурье второго изображения;

определение сдвига для соответствующего первого изображения и второго изображения на основании повернутых и отмасштабированных преобразований Фурье первого изображения и второго изображения; и

определение оценки, количественно определяющей качество совмещения первого изображения и второго изображения.

2. Реализуемый компьютером способ по п. 1, в котором первое изображение и второе изображение получают, используя микроскоп.

3. Реализуемый компьютером способ по п. 1, в котором первое изображение и второе изображение получают в различных циклах формирования изображения по протоколу формирования изображения с последовательным окрашиванием.

4. Реализуемый компьютером способ по п. 1, в котором определение вращения и масштабирования включает:

преобразование Фурье первого изображения и второго изображения, чтобы создать соответствующее первое пространственно-частотное представление и второе пространственно-частотное представление;

выделение первого модуля из первого пространственно-частотного представления и второго модуля из второго пространственно-частотного представления, чтобы создать первую сигнатуру, инвариантную относительно сдвига, и вторую сигнатуру, инвариантную относительно сдвига;

выполнение логарифмически-полярного преобразования первой сигнатуры, инвариантной относительно сдвига, и второй сигнатуры, инвариантной относительно сдвига;

выполнение операции корреляции в частотной области в логарифмически-полярном пространстве; и

определение вращения и масштаба на основании результата операции корреляции области Фурье.

5. Реализуемый компьютером способ по п. 1, в котором определение сдвига включает выполнение фазовой корреляции на вращаемых и масштабируемых преобразованиях Фурье первого изображения и второго изображения, чтобы получить сдвиг.

6. Реализуемый компьютером способ по п. 5, в котором выполнение фазовой корреляции включает:

выполнение обратного преобразования Фурье, чтобы возратить в область пикселей повернутые и отмасштабированные преобразования Фурье первого изображения и второго изображения; и

определение положения пика корреляции в области пикселей, при этом положение пика корреляции соответствует сдвигу.

7. Реализуемый компьютером способ по п. 6, в котором определение оценки включает определение высоты пика корреляции, причем высота пика корреляции соответствует оценке.

8. Реализуемый компьютером способ по п. 7, в котором высота пика корреляции включает коэффициент нормализованной взаимной корреляции с нулевым средним для совмещаемых первого изображения и второго изображения.

9. Система анализа изображений, содержащая:

запоминающее устройство, хранящее одну или несколько подпрограмм; и

компонент обработки, сконфигурированный для выполнения одной или нескольких подпрограмм, хранящихся в запоминающем устройстве, причем одна или несколько подпрограмм, когда выполняются компонентом обработки, заставляют выполнять действия, включающие:

получение первого изображения и второго изображения или доступ к ним, причем по меньшей мере части первого изображения и второго изображения перекрываются;

определение вращения и масштаба, связывающих первое изображение и второе изображение;

вращение и масштабирование соответствующего преобразования Фурье первого изображения, чтобы соответствовать соответствующему преобразованию Фурье второго изображения;

определение сдвига для соответствующего первого изображения и второго изображения на основании повернутых отмасштабированных преобразований Фурье первого изображения и второго изображения; и

определение оценки, определяющей количественно качество совмещения первого изображения и второго изображения.

10. Система анализа изображений по п. 9, в которой определение вращения и масштаба включает:

преобразование Фурье первого изображения и второго изображения, чтобы создать соответствующее первое пространственно-частотное представление и второе пространственно-частотное представление;

выделение первого модуля из первого пространственно-частотного представления и второго модуля из второго пространственно-частотного представления, чтобы создать первую сигнатуру, инвариантную относительно сдвига, и вторую сигнатуру, инвариантную относительно сдвига;

выполнение логарифмически-полярного преобразования первой сигнатуры, инвариантной относительно сдвига, и второй сигнатуры, инвариантной относительно сдвига;

выполнение операции корреляции области Фурье в логарифмически-полярном пространстве; и

определение вращения и масштаба на основании результата операции корреляции области Фурье.

11. Система анализа изображений по п. 9, в которой определение сдвига включает: выполнение фазовой корреляции на вращаемых и масштабируемых преобразованиях Фурье первого изображения и второго изображения, чтобы получить сдвиг.

12. Система анализа изображений по п. 11, в которой выполнение фазовой корреляции включает:

выполнение обратного преобразования Фурье, чтобы вернуть повернутые и отмасштабированные преобразования Фурье первого изображения и второго изображения в область пикселей; и

определение положения пика корреляции в области пикселей, причем положение пика корреляции соответствует сдвигу.

13. Система анализа изображений по п. 12, в которой определение оценки включает определение высоты пика корреляции, причем высота пика корреляции соответствует оценке.

14. Реализуемый компьютером способ для обнаружения дефектов области, включающий:

определение области сравнения для каждого пикселя в первом изображении;

выполнение корреляции между каждой областью сравнения и соответствующей областью второго изображения; и

формирование оценки для каждого пикселя в первом изображении на основании соответствующей корреляции между соответствующей областью сравнения, связанной с каждым пикселем, и соответствующей областью второго изображения, при этом оценка для каждого пикселя соответствует вероятности дефекта в пределах первого изображения у соответствующего пикселя.

15. Реализуемый компьютером способ по п. 14, в котором каждая область сравнения включает квадратный массив пикселей, центрированных относительно соответствующего пикселя.

16. Реализуемый компьютером способ по п. 15, в котором половина ширины каждой стороны квадратного массива составляет от 3 до 60 пикселей.

17. Реализуемый компьютером способ по п. 14, в котором корреляция является корреляцией моментов произведений Пирсона.

18. Реализуемый компьютером способ по п. 14, включающий:

применение порога к каждому пикселу первого изображения на основании соответствующей оценки для каждого пикселя; и

на основании применения порога, классификацию каждого пикселя как являющегося приемлемым или неприемлемым.

19. Система анализа изображений, содержащая:

запоминающее устройство, хранящее одну или несколько подпрограмм; и компонент обработки, сконфигурированный для выполнения одной или нескольких подпрограмм, хранящихся в запоминающем устройстве, причем одна или несколько подпрограмм, когда выполняются компонентом обработки, заставляют выполнять действия, включающие:

определение области сравнения для каждого пиксела в первом изображении; вычисление корреляции между каждой областью сравнения и соответствующей областью второго изображения; и

формирование оценки для каждого пиксела в первом изображении на основании соответствующей корреляции между соответствующей областью сравнения, связанной с каждым пикселом, и соответствующей областью второго изображения, причем оценка для каждого пиксела соответствует вероятности дефекта в пределах первого изображения у соответствующего пиксела.

20. Система анализа изображений по п. 19, в которой каждая область сравнения включает квадратный массив пикселей, центрированных относительно соответствующего пиксела.

21. Система анализа изображений по п. 19, в которой корреляция является корреляцией моментов произведений Пирсона.

22. Система анализа изображений по п. 19, в котором одна или несколько подпрограмм, когда выполняются компонентом обработки, заставляют дополнительно выполнять действия, включающие:

применение порога к каждому пикселу первого изображения на основании соответствующей оценки для каждого пиксела; и

на основании применения порога, классификацию каждого пиксела как являющегося приемлемым или неприемлемым.