

УДК 53.087.51

Трапенюк Н. В., Кольчевская И. Н., Косенко А. Д., Мозгалёв С. В.,
Петлицкий А. Н., Дудчик Ю. И., Кольчевский Н. Н.

РАСПОЗНАВАНИЕ ОБЪЕКТОВ НА РЕНТГЕНОВСКИХ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ С НИЗКИМ КОНТРАСТОМ

НИИ ПФП им. А.Н. Севченко БГУ, Минск, Беларусь

The sensitivity of optical CCD cameras to X-ray radiation of the X-ray tube was experimentally detected. It is shown that the images contain individual peaks, which correspond to individual photons of X-rays. A method of reconstruction of the image obtained under conditions of extremely low illumination is proposed. The recognition algorithm is based on the statistical analysis of the detector's active pixel distribution in comparison with the uniform pixel density distribution when the detector is uniformly illuminated.

Чувствительность обычной цифровой ПЗС-камеры к рентгеновскому излучению имеет ряд преимуществ к созданию детектора на её основе. К преимуществам относится дешевизна, простота в управлении и возможность дальнейшей модернизации. При помощи разработанного программно-аппаратного комплекса «X-ray-monitor», предназначенного для получения изображений, в заданном промежутке времени, с определённым интервалом, позволяющего использовать цифровую ПЗС - камеру для бесконтактного измерения или регистрации эксперимента, были получены снимки на камере 1 и камере 2. Для анализа снимков и фиксации изменений, запуск «X-ray-monitor» начинался до включения рентгена. Каждый снимок был получен с интервалом в 1 секунду. Итого было получено 480 кадров в формате jpeg и bmp. Из них было выбрано по несколько кадров в каждом режиме для обработки результатов (рисунок 2.3.4, 2.3.5). В ходе эксперимента было получено, что камеры чувствительны к рентгеновскому излучению.



Рисунок 1 – Фотографии ПЗС камеры при разных режимах работы источника рентгеновского излучения

При проведении эксперимента, были получены снимки, которые подтверждают чувствительность веб-камер к рентгеновскому излучению. Для полного анализа полученных снимков, произведем обработку снимков для каждого режима и камеры.

Для обработки полученных снимков использовалось программное обеспечение FemtoScan предназначенное для обработки и анализа изображений. Она позволяет производить математическую обработку данных, за счёт встроенных функций, визуализировать микрообъекты, а также используя встроенные инструменты, получать графики в 2D и 3D отображении. Трёхмерное построение графиков для снимка ПЗС камеры получено при помощи функции Build 3D View.

При обработке снимков, полученных камерами при различных режимах рентгеновской трубки, был проведён анализ полученных результатов. Для каждого режима был произведен подсчёт количества пиков и её значений.

Для получения статистически достоверного изображения необходимо обеспечить достаточный поток фотонов на отдельный пиксел цифрового детектора, что приводит к большим затратам по времени и радиантной нагрузке на объект исследования. Однако, при ис-

пользовании предварительной информации об объекте можно методами статистической обработки обнаруживать изображения объектов.

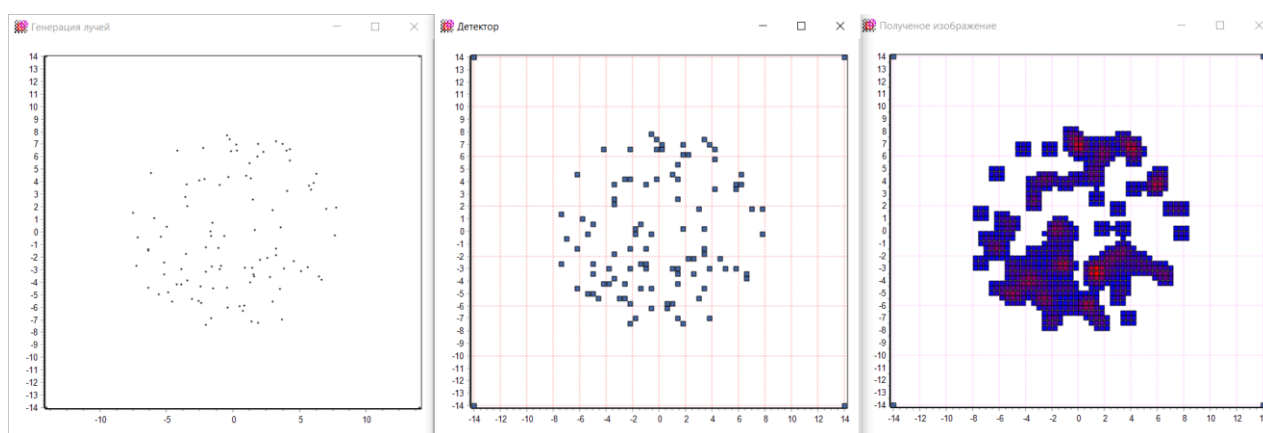


Рисунок 2 – Изображение результатов моделирования круглой диафрагмы при недостаточной освещенности.

Для решения данной задачи разработан набор программ для моделирования изображений объектов состоящих из конечного набора активных пикселей. Пример работы программы показан на рисунке 2. Показано распределение фотонов, распределение активных пикселей на детекторе и результат статистической обработки показаний детектора, позволяющий визуализировать круглую диафрагму.

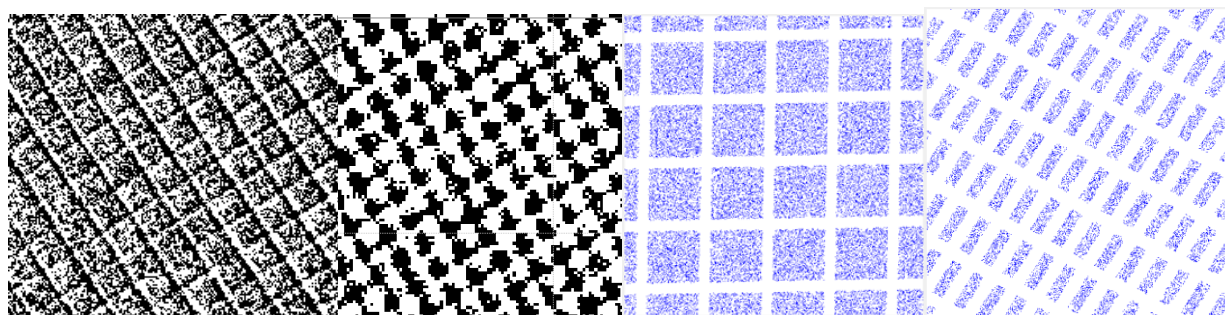


Рисунок 3 – Экспериментальные (1 и 2 слева) и расчетные (3,4 справа) изображения решеток.

Разработаны алгоритмы для моделирования и распознавания различных объектов. Алгоритм распознавания основан на анализе распределения активных пикселей детектора в сравнении с равномерным распределением плотности пикселей при равномерном засвечивании детектора. На рисунке 3 изображены результаты моделирования и результаты экспериментального исследования полимерных сеток. Качественное сходство позволяет сделать вывод о возможности регистрировать параметры изображения, например, шаг сетки, толщина, ориентация в условиях экстремально малого числа фотонов на детекторе.

Работа частично поддержана Министерством образования Республики Беларусь в рамках задания 3.07 ГПНИ «Механика, металлургия, диагностика в машиностроении», подпрограмма «Техническая диагностика».

Список литературы

1. MacDonald K.A. X-ray Physics, Optics, and Applications. Princeton University Press. 2017.
2. Ахманов С. А., Дьяков Ю. Е., Чиркин А. С. Введение в статистическую радиофизику и оптику // М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы. 1981. 640 с.
3. Г.И. Грейсух, Е.Г. Ежов, С.В. Казин, С.А.Степанов. Рентгеновская оптика: современное состояние и области применения. 2014.