MODELLING OF LOW-PHOTON IMAGES
نمذجة الصور ذات الفوتونات المنخفضة

Nikita V.Trapenok
نيكيتا فلاديميروفيتش ترابينوك
Master's student of the Belarusian State University
طالب ماجستير بجامعة بيلاروسيا الحكومية

Nikolai N.Kolchevsky
نيكولاي نيكولاييفيتش كولتشيفسكي
PhD, associate professor of the Department "Physical Electronics and Nanotechnology", Belarusian State University
أستاذ مشارك بقسم الإلكترونيات الفيزيائية وتقنيات النانو، جامعة بيلاروسيا الحكومية

Abstract: *Many methods of X-ray structural analysis have the problem of a large time interval for collecting the minimum permissible number of registered photons, the problem of background radiation and radiation load on the object under study and the detector. As a result, there is a search for methods to reduce the experiment time and methods to reduce the radiation load by lowering the threshold of the required minimum number of registered photons, and the development of algorithms for recognizing objects in images with a small number of photons.*

Keywords: X-ray detector, modeling and image processing, small number of photons

الملخص: تواجه العديد من طرق التحليل الهيكلي بالأشعة السينية مشكلة الفاصل الزمني الكبير لجمع الحد الأدنى المسموح به من الفوتونات المسجلة، ومشكلة إشعاع الخلفية والحمل الإشعاعي على الكائن قيد الدراسة والكاشف. ونتيجة لذلك، هناك بحث عن طرق لتقليل وقت التجربة وطرق لتقليل الحمل الإشعاعي عن طريق خفض عتبة الحد الأدنى المطلوب لعدد الفوتونات المسجلة، وتطوير خوارزميات للتعرف على الكائنات في الصور ذات عدد صغير من الفوتونات. فوتونات..

الكلمات المفتاحية: كاشف الأشعة السينية، النمذجة ومعالجة الصور، عدد الفوتون المنخفض

Introduction

When matrices designed for the visible range are irradiated with photons of the X-ray range, rare matrix responses to this irradiation are observed. The possibility of using matrices designed for the visible range to register high-energy photons can reduce the cost of a number of potential experiments requiring work with high-energy radiation. A number of possible applications are severely limited by the small amount of information obtained and the small number of registered photons.

The following objectives were set: to investigate the possibilities of camera application for registration of objects in low-light conditions. To develop algorithms for object detection and image recognition in digital images under conditions of weak photon fluxes.

Results and discussion

In the course of work was developed a group of software SMI (search of moment identification), SMI2, CSM (Confirmation of statistics by modelling).

SMI - simulates hits of X-ray photons on the detector, passed through the object at uniform illumination, after recognizes the simulated object with a specific reliability, due to the statistics of X-ray photons.

CSM - statistically analyses uniform illumination of X-ray photons hitting the detector for given detector parameters and number of photons.

SMI2 - simulates X-ray photons hitting the detector through periodic structures (crystal lattices), performs analysis of deviation from uniform illumination, which is used to recognize the direction of lattice orientation and its type with a specific accuracy and precision, determined by X-ray photon statistics fig. 1.

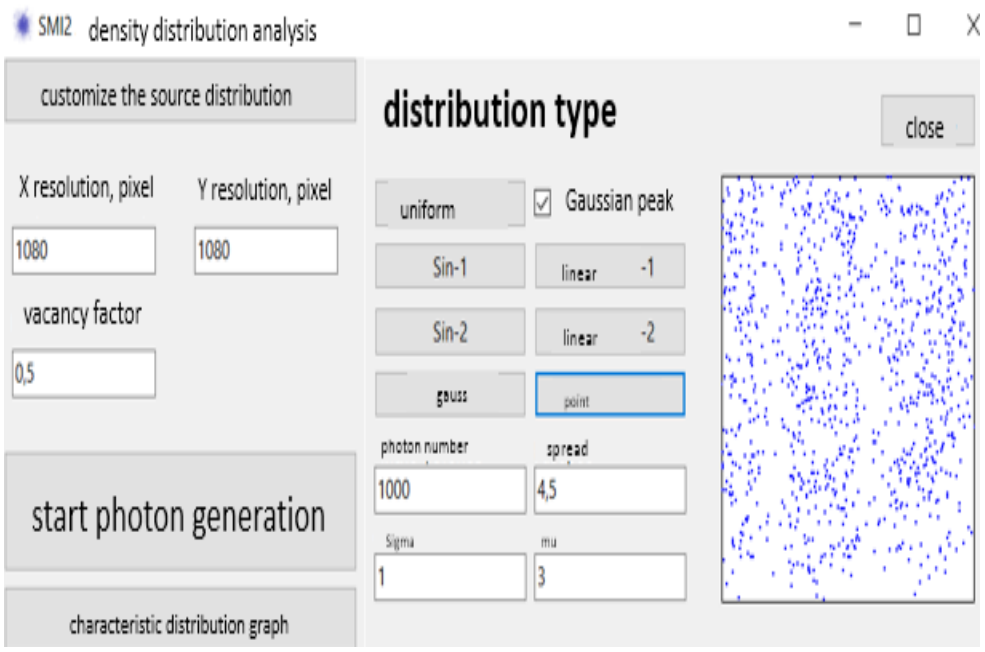


Fig 1. Interface of the developed software SMI2

Conclusion

Experimental images of objects in low-intensity X-rays are obtained and analysed. Graphical processing of the obtained images has been performed. An algorithm for calculating and reading the coordinates of photon hits in the matrix is developed. Software (SMI, SMI2, CSM) for restoration (recognition) and analysis of images obtained using X-rays under low-intensity conditions has been developed.

المقدمة

عندما يتم تشعيع المصفوفات المصممة للنطاق المرئي بفوتونات نطاق الأشعة السينية، يتم ملاحظة استجابات المصفوفة النادرة لهذا الإشعاع. إن إمكانية استخدام المصفوفات المصممة للمدى المرئي لتسجيل الفوتونات عالية الطاقة يمكن أن تقلل من تكلفة عدد من التجارب المحتملة التي تتطلب العمل مع الإشعاع عالي الطاقة. هناك عدد من التطبيقات المحتملة محدودة بشدة بسبب قلة المعلومات التي تم الحصول عليها وقلة عدد الفوتونات المسجلة. تم تحديد الأهداف التالية: استكشاف إمكانيات تطبيق الكاميرا لتسجيل الأشياء في ظروف الإضاءة المنخفضة. تطوير خوارزميات لاكتشاف الأشياء والتعرف على الصور في الصور الرقمية في ظل ظروف تدفقات الفوتون الضعيفة.

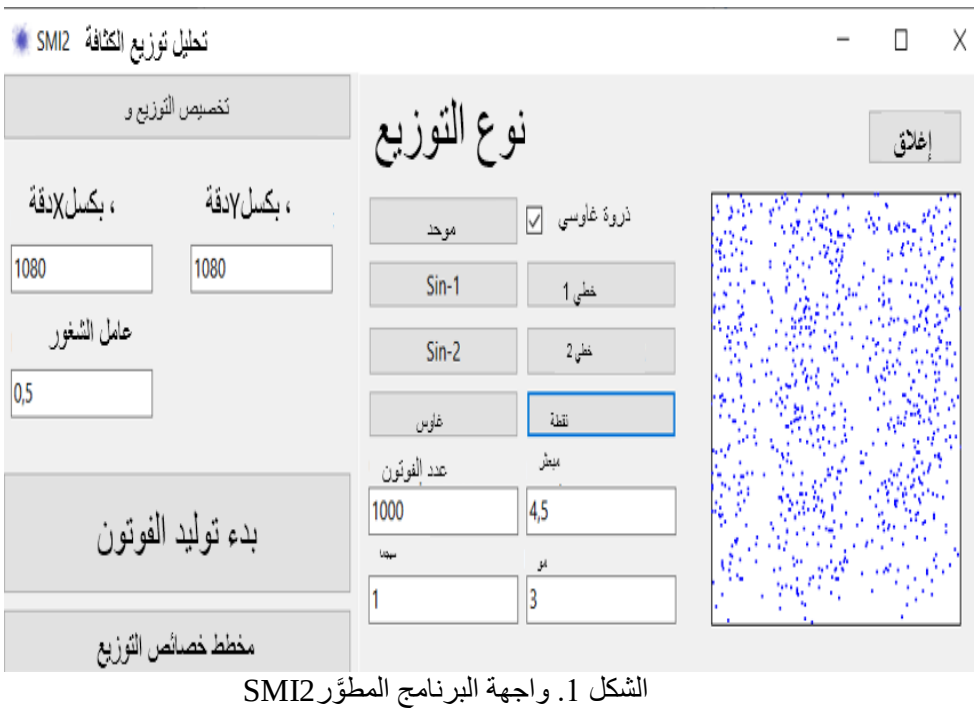
النتائج والمناقشة

في سياق العمل تم تطوير مجموعة من البرامج SMI (بحث تحديد اللحظة)، SMI2، CSM (تأكيد الإحصائيات عن طريق النمذجة).

SMI - يحاكي ضربات فوتونات الأشعة السينية على الكاشف، التي تمر عبر الجسم عند إضاءة موحدة، بعد التعرف على الجسم المحاكى بموثوقية محددة، بسبب إحصائيات فوتونات الأشعة السينية.

CSM - تحليل إحصائي للإضاءة المنتظمة لفوتونات الأشعة السينية التي تضرب الكاشف لمعلمات الكاشف وعدد الفوتونات المعينة.

SMI2 - محاكاة فوتونات الأشعة السينية التي تضرب الكاشف من خلال الهياكل الدورية (الشبكات البلورية)، وإجراء تحليل الانحراف عن الإضاءة المنتظمة، والذي يستخدم للتعرف على اتجاه توجيه الشبكة ونوعها بدقة وضبط معينين، يتم تحديدهما من خلال إحصائيات فوتون الأشعة السينية الشكل 1.



الشكل 1. واجهة البرنامج المطوَّرSMI2

الخاتمة

تم الحصول على صور تجريبية لأجسام في الأشعة السينية منخفضة الكثافة وتحليلها. تم إجراء معالجة رسومية للصور التي تم الحصول عليها. تم تطوير خوارزمية لحساب وقراءة إحداثيات ضربات الفوتون في المصفوفة. تم تطوير برامج (SMI، SMI2، CSM) لاستعادة (التعرف) وتحليل الصور التي تم الحصول عليها باستخدام الأشعة السينية في ظل ظروف منخفضة الكثافة.

References المراجع والمصادر

1. MacDonald K.A. X-ray Physics, Optics, and Applications // Princeton University Press. – 2017.
2. Trapenok N.V., Kolchevskay I.N., Kosenko A.D., Mozgalev S.V., Pyatlitski A.N., Dudchik Yu.I., Kolchevsky N.N. Low photon count imaging // Applied Problems of Optics, Informatics, Radiophysics and Condensed State Physics : Proceedings of the VII International Scientific and Practical Conference dedicated to the 120th anniversary of Academician Anton Nikiforovich Sevchenko, 18-19 May 2023, Minsk / NIU "Institute of Applied Physical Problems named after A. N. Sevchenko". A. N. Sevchenko" BSU ;. - Minsk, 2023. - c.99-100