

K. Sinha // International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication (IJRITCC). – 2014. – Vol. 2(6). – P. 1400–1405.

4. Loganathan R. Medical Image Compression Using Biorthogonal Spline Wavelet With Different Decomposition / R. Loganathan, Y.S. Kumaraswamy // (IJCSSE) International Journal on Computer Science and Engineering. – 2010. – Vol. 2(9). – P. 3003–3006.

5. Monika. Lifting Scheme Using HAAR & Biorthogonal Wavelets For Image Compression / Monika, P. Chaudhary, G. Lalit // International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA). – 2013. – Vol. 3(4). – P. 474–478.

6. Introduction to wavelet-based compression of medical images / D. F. Schomer, A. A. Elekes, J. D. Hazle et al. // Radiographics. – 1998. – Vol. 18(2). P. 469–481.

7. Vorobiov V. I.; Gribunin V. G. Theory and practice of the wavelet transform / V.I. Vorobiov; V.G. Gribunin. – Saint Petersburg, 1999.

8. Wavelets Examples and Applications. © – 2012, Maplesoft.

Submitted on 12.11.14

Шиян І., асп., Чуйко Г., д-р фіз.-мат. наук,

Павленко А., магістр, каф. медичних приладів і систем, факультет еколого-медичних наук
Чорноморський державний університет імені Петра Могили

ЦИФРОВА ОБРОБКА МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ ЗАСОБАМИ СКМ MAPLE

Більшість медичних зображень зазвичай представлені в сірих відтінках, а їх матриці інтенсивностей пікселів зручні для цифрової обробки. Останні версії популярної системи комп'ютерної математики Maple мають спеціальні програмні пакети для вирішення таких задач. В даній роботі проілюстровані можливості цих пакетів на прикладі типового медичного зображення. Для цифрової обробки зображення використовувалися засоби дискретного вейвлет-перетворення, процедури трешолдінгу (так званого "жорсткого порогу") та проводилася оцінка якості відновленого зображення. Крім того в роботі проведений аналіз залежності параметрів якості зображення від цифрових фільтрів, використовуваних у процедурі дискретного вейвлет-перетворення.

Ключові слова: медичне зображення, дискретне вейвлет-перетворення, дворівневе розкладання, трешолдінг, параметри оцінки якості зображення.

Шиян И., асп., Чуйко Г., д-р физ.-мат. наук,

Павленко А., магистрант, каф. медицинских приборов и систем, факультет эколого-медицинских наук,
Черноморский государственный университет имени Петра Могили

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ МЕТОДАМИ СКМ MAPLE

Большинство медицинских изображений обычно представлены в серых оттенках, а их матрицы интенсивностей пикселей удобны для цифровой обработки. Последние версии популярной системы компьютерной математики Maple имеют специальные программные пакеты для решения таких задач. В данной работе проиллюстрированы возможности этих пакетов на примере типового медицинского изображения. Для обработки изображений использовались средства дискретного вейвлет-преобразования, процедуры трешолдинга (так называемого "жесткого порога") и проводилась оценка качества восстановленного изображения. Кроме того, в работе проведен анализ зависимости параметров качества изображения от цифровых фильтров, используемых в процедуре дискретного вейвлет-преобразования.

Ключевые слова: медицинское изображение, дискретное вейвлет-преобразование, двухуровневое разложение, трешолдинг, параметры оценки качества изображения.

UDC 539.1

V. Iakovenko, Ph.D., High Energy Physics Department,
Kiev Institute for Nuclear Research, Cancer Center "Innovacia";
A. Kovalchuk, Chief engineer, V. Pugatch, Prof., O. Okrimenko,
Lead engineer, High Energy Physics Department, Kiev Institute for Nuclear Research;
I. Sorokin, Ph.D., High Energy Physics Department, Kiev Institute for Nuclear Research,
3GSI Helmholtz Centre for Heavy Ion Research; Y. Prezado, Ph.D., I. Martinez-Rovira, Ph.D.,
Department of Imaging and Modeling in Neurobiology and Oncology, CNRS, France;
A. Iliukhina, stud., Physical Faculty, Taras Shevchenko National University of Kyiv

METAL MICRO-DETECTORS FOR IMAGING AND BEAM PROFILE MONITORING IN RADIATION THERAPY

Metal micro-detector (MMD) has been developed at Kiev Institute for Nuclear Research (KINR). Physics and techniques of this detector applied for monitoring and imaging of charged particles beams are presented. To provide the precise beam profile monitoring a 128-channel X-Y MMD was produced. Test studies with this detector were performed for 20 MeV electrons (Cancer Center "Innovacia") and high energy hadrons (protons, ¹²C-ions and ¹⁶O-ions, Heidelberg Ion-Beam Therapy Center). Results of these studies are discussed in this work. The results of our studies suggest the possibility of MMD application in clinical practice.

Key words: metal micro-detectors, beam profile monitoring, online dose monitoring, mini-beam radiation therapy.

Introduction. The main goal of radiotherapy is to deposit a high dose of ionizing radiation in a tumor while keeping the absorbed dose in the surrounding healthy tissue at a tolerant level [1]. The monitoring of the beam position and absorbed dose are essential. Current developments in radiation therapy require non-destructive beam profile monitoring in real time, as beam diagnostics provides information on the status of the beam, monitoring of critical parameters and alarming in case of emergency. For low intensity beams a proper approach could be realized by using silicon micro-strip detectors. However, radiation hardness aspect makes this approach rather limited.

A Metal Foil Detector (MFD) technology developed at Kiev Institute for Nuclear Research makes possible the production of radiation hard monitoring devices that are able to take a challenge and fulfill the needs of modern radiotherapy.

The general physics and registration principles of the MFD are discussed in details elsewhere [2]. Charged particles (or photons) hitting the metal sensor-foil initiate Secondary Electron Emission at 10–50 nm surface layers. The charge generated in a sensor is measured by a sensitive Charge Integrator.

MFD technology was successfully explored for the design and production of a novel thin metal micro-strip beam profile monitors of charge particles and synchrotron radiation beams. Through an innovative plasma-chemistry etching process, thin (about 1 μm) metal micro-strips are aligned, without any other materials in the working area. The main advantages of MMD are: low thickness of detecting material; good position resolution (up to few μm); low operating voltage (~ 20 V); high radiation tolerance (at gigarads level). MMD were tested at the Minibeam Radiation Therapy (MBRT) setup (Bio-Medical Beamline

ID17, European Synchrotron Radiation Facility) [3]. **Experimental setup. MMDw detector.** To provide the precise beam profile monitoring a (64 x 64)-channel X-Y MMDw was produced at KINR. Thin metal wires are used to create the strip structure of a sensor. Simple technology of production, low cost and reliable operation are main advantages of the MMDw. The read-out electronics is based on the commercial data acquisition system XDAS (SENS-TECH, UK) providing sensitivity of about 10^3 particles/strip and dynamic range up to 10^5 being connected with micro-strip metal detectors (Fig. 1).

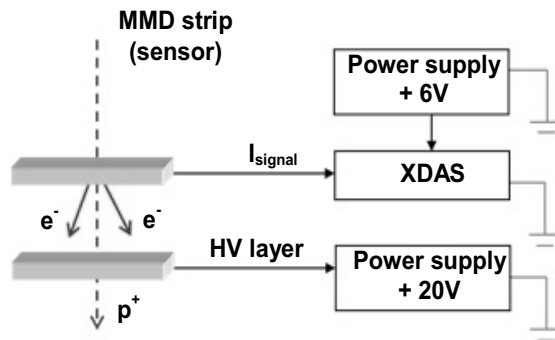


Fig. 1. Incident particles on the strips initiate secondary electron emission.
Readout is provided by X-DAS system

XDAS allows creating large detector arrays with high speed readout in digital format. It consists out of Detector Head Boards with analog output modules and Signal Processing Boards with 16-bit digital output.

Each detector head board acquires 128 channels of data, using a charge integrating ASIC and sends it via a local data bus to the signal processing board. The signal processing board converts the data into 14-bit format. On-board processing enables up to 4 data samples to be taken and added to produce a 16-bit output. This is transmitted via a data interface board to the host processor via USB2, data I/O, Ethernet or frame-grabber card. A system can handle more than 20000 channels with an exposure time from 100 μ s to 100 ms, depending on the number of channels.

Experiment at Heidelberg Heavy-Ion Therapy Center (HIT). To fully exploit the focused energy deposition of ^{12}C in carbon ion therapy, a high accuracy on dose location is required. It has been shown that the detection of nuclear reaction products resulting from the interaction of the beam with atomic nuclei of the tissue (can be positron emitting nuclides, prompt photons or light charged particles) provides relevant information that can be used for the verification of the delivered dose. The experiment in HIT was devoted to collect experimental data of distributions of different types of secondary emission with the best possible beam control. Schematic view of the experimental setup is presented on Fig. 2.

At HIT the treatment can be performed by protons, α -particles, ^{12}C and ^{16}O ions at different energies (from 50 to 430 MeV/nucleon) and intensities (from 10^6 to $2 \cdot 10^9$ particles/s). Fig. 3 illustrates the response of MMDw on the ^{12}C beam with the energy 86.7 MeV/nucleon and intensity $6 \cdot 10^6$ particles/s.

Experiment at Innovacia Cancer Center. The series of test measurements were performed at Innovacia Cancer Center with linear accelerator Varian Clinac 2100C. Preliminary results with 20 MeV electrons are presented on Fig. 4.

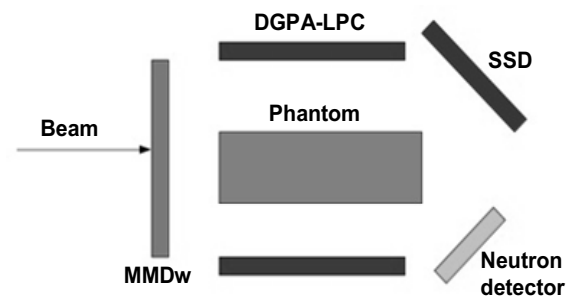


Fig. 2. HIT experimental setup.

The overall beam intensity was monitored by the MMDw. The annihilation photons were recorded by the DGPA-LPC (large acceptance pixelated detector) detectors placed following the beam direction in the plane $z=0$ ($\theta=90^\circ$), and by the in-beam PET system at HIT ($\theta=0^\circ$)

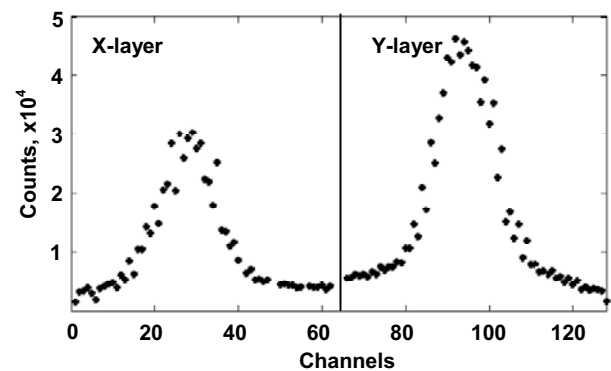


Fig. 3. MMDw response to ^{12}C beam with energy 86.7 MeV/nucleon and intensity $6 \cdot 10^6$ particles/s.
1-64 Channels correspond to the X-plane of MMDw, while 65-128 – Y-plane

Experiment at Innovacia Cancer Center. The series of test measurements were performed at Innovacia Cancer Center with linear accelerator Varian Clinac 2100C. Preliminary results with 20 MeV electrons are presented on Fig. 4.

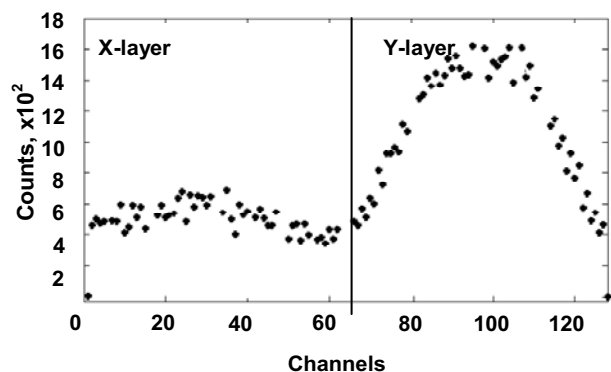


Fig. 4. MMDw response on the 20 MeV electrons at intensity of 100 MU/m. 1-64 Channels correspond to the X-plane of MMDw, while 65-128 – Y-plane.
The beam $5 \cdot 5 \text{ cm}^2$ was focused in the center of the detector

The influence of MMDw on the dose distribution for the 20 MeV electron beam was estimated. We performed absolute dosimetry measurements with and without detector

in the beam. We mentioned a higher absorbed dose on 0.4% for the measurements with detector inside the beam.

Conclusions. Advantages of MMD allow to create a reliable radiation monitoring systems for radiation therapy applications. Their implementation will improve beam delivery to tumor tissue, fast imaging and evaluation of data, optimization of treatment regimes. Commercially available read-out systems can be applied to build high efficient monitoring system for hadron radiation therapy. MMD has shown reliable performance for online beam profile monitoring. Once calibrated, the detector could also be used for dose monitoring in real time. This is one of the main tasks for the further measurements.

Acknowledgements. The authors thank ULICE TNA campaign within the FP7 European Programme and the Grant Agreement no 228436 for the allocated beamtime at HIT. We thank Collaboration MEDIPIX for TimePix

detectors. This work has been partially supported by the NASU grant CO-4-1-2014.

REFERENCE:

1. *Martinez-Rovira I.* Monte Carlo-based dose calculation engine for minibeam radiation therapy / *I. Martinez-Rovira, J. Sempau, Y. Prezado // Physica Medica: European Journal of Medical Physics.* – 2013. – Vol. 30. – Issue 1. – P. 57–62.
2. *Micro-strip metal detector for the beam profile monitoring / Pugatch V., Aushev V., Fedorovitch O. et al. // Nuclear Instruments and Methods.* – 2007. – Vol. A 581. – P. 531.
3. *Metal Micro-detector TimePix imaging synchrotron radiation beams at the ESRF Bio-Medical Beamline ID17 / Pugatch V., Campbell M., Chau A. et al. // Nuclear Instruments and Methods A.* – 2012. – Vol. 682. – P. 8–11.

Submitted on 07.11.14

Яковенко В., канд. фіз.-мат. наук, відділ фізики високих енергій, Інститут ядерних досліджень НАН України, Медична клініка "Інновація"; Ковальчук О., голов. інж., Пугач В., проф., Охріменко О., пров. інж., Сорокін Ю., канд. фіз.-мат. наук, відділ фізики високих енергій, Центр дослідження важких іонів імені Гельмгольца, Інститут ядерних досліджень НАН України; Презадо Й., канд. фіз.-мат. наук, Мартінез-Ровіра І., канд. фіз.-мат. наук, відділення зображення і моделювання в нейробіології та онкології, CNRS, Франція; Ілюхіна А., студ., фізичний факультет, Київський Національний Університет імені Тараса Шевченка

МЕТАЛЕВІ МІКРО-ДЕТЕКТОРИ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ТА МОНІТОРИНГУ ПРОФІЛЮ ПУЧКА В РАДІАЦІЙНІЙ ТЕРАПІЇ

Металеві мікро-детектори (ММД) розроблені в Інституті ядерних досліджень НАН України. В роботі представлені фізика та техніка таких детекторів для дозиметрії, реєстрації та візуалізації пучків заряджених частинок. Для забезпечення точного моніторингу профілю пучка виготовлений 128-канальний X-Y ММД. Проведено тестові вимірювання з цим детектором для електронів з енергією 20 MeV (Медична клініка "Інновація"), а також високоенергетичних адронних пучків (протони, іони ^{12}C та ^{16}O , Хайдельберг, Центр важко-іонної терапії). Результати цих досліджень обговорюються у роботі. Результати наших досліджень вказують на можливість застосування ММД в клінічній практиці.

Ключові слова: металеві мікро-детектори, моніторинг профілю пучка, моніторинг дози онлайн, міні-пучкова променева терапія.

Яковенко В., канд. физ.-мат. наук, отдел физики высоких энергий, Институт ядерных исследований НАН Украины, Медицинская клиника "Инновация"; Ковальчук А., глав. инж., Пугач В., проф., Охрименко А., вед. инж., Сорокин Ю., канд. физ.-мат. наук, отдел физики высоких энергий, Центр исследования тяжелых ионов имени Гельмгольца, Институт ядерных исследований НАН Украины; Презадо И., канд. физ.-мат. наук, Мартінез-Ровіра И., канд. физ.-мат. наук, Отделение изображения и моделирования в нейробиологии и онкологии, CNRS, Франция; Илюхина А., студ., физический факультет, Киевский Национальный Университет имени Тараса Шевченко

МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МИКРО-ДЕТЕКТОРЫ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И МОНИТОРИНГА ПРОФИЛЯ ПУЧКА В РАДИАЦИОННОЙ ТЕРАПИИ

Металлические микро-детекторы (ММД) разработаны в Институте ядерных исследований НАН Украины. В работе представлены физика и техника таких детекторов для дозиметрии, регистрации и визуализации пучков заряженных частиц. Для обеспечения точного мониторинга профиля пучка изготовлен 128-канальный X-Y ММД. Проведены тестовые измерения с этим детектором для электронов с энергией 20 MeV (Медицинская клиника "Инновация"), а также высокоэнергетических адронных пучков (протоны, ионы ^{12}C и ^{16}O , Хайдельберг, Центр тяжело-ионной терапии). Результаты этих исследований обсуждаются в данной работе. Результаты наших исследований свидетельствуют о возможности применения ММД в клинической практике.

Ключевые слова: металлические микро-детекторы, мониторинг профиля пучка, мониторинг дозы онлайн, мини-пучковая лучевая терапия.

UDC 535.1

A. Ivanisik, Ph.D., O. Isaienko, post-grad. stud.,
P. Korotkov, D.Sci., Taras Shevchenko national university of Kyiv,
Faculty of Radiophysics, Medical Radiophysics Department,
G. Ponezha, Ph.D., National academy of statistics, accounting and auditing,
Faculty of Economy and Statistics

SELF-PHASE MODULATION OF LASER PULSE IN STRATIFIED SELF-FOCUSING MEDIUM

Self-phase modulation at quasi-stationary self-focusing in stratified Kerr liquid that is divided by an optically homogenous (non-scattering) layer has been considered. Instantaneous frequency of the laser radiation pulse at transition of the self-focusing area through a thin transparent layer is calculated. In addition, absorption of the light in the layer is taken into account.

The transition radiation on the layer (a glass partition or a similar structure), located in the self-focusing medium, has analogous characteristics with the radiation at the exit border of the medium. The frequency shift of the transition radiation, originated on the layer, is smaller than the shift of the laser radiation at the exit border of the medium. However, considering that the number of layers can be more than one, it could be concluded that introduction of the layers simplifies the experimental observation of the transition radiation and its usage.

Keywords: laser, self-focusing, phase self-modulation, transition effect

Introduction. Combination of Stimulated Raman Scattering (SRS) as an effective method of laser radiation frequency tuning [5], and self-focusing (SF) as a method of

spatial scanning by powerful pulses of electromagnetic field at a velocity close to the speed of light [4], allows transforming the initial pulse of laser radiation into a

© Ivanisik A., Isaienko O., Korotkov P., Ponezha G., 2014