مقاله کنفرانسی

مجله سنجش و ایمنی پرتو، جلد ۱۱، شمارهٔ ٤، زمستان (ویژه‌نامه) ۱٤۰۱، صفحه ٤۱-٤۳
ششمین کنفرانس سنجش و ایمنی پرتوهای یون‌ساز و غیریون‌ساز (مردادماه ۱٤۰۰)
تاریخ دریافت مقاله: ۱٤۰۰/۰۷/۱۵، تاریخ پذیرش مقاله: ۱٤۰۱/۰۵/۰۸

بررسی اثر فیلترگذاری در سیستم تصویربرداری روبشی شکافی

حسین محمدی[۱*]، محمدرضا شجاعی[۱] و جمشید سلطانی‌نبی‌پور[۲]

[۱]گروه فیزیک هسته‌ای، دانشکده فیزیک و مهندسی هسته‌ای، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، سمنان، ایران.
[۲]گروه مهندسی پرتوپزشکی، دانشکده کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه آزاد اسلامی، پرند، تهران، ایران.
[*]سمنان، شاهرود، دانشگاه صنعتی شاهرود، دانشکده فیزیک و مهندسی هسته‌ای، گروه فیزیک هسته‌ای، کدپستی: ۳٦۱۹۹۹۵۱٦۱.
پست‌الکترونیکی: drhm.shu@gmail.com

چکیده

سیستم تصویربرداری روبشی شکافی، یک سیستم تصویربرداری جدید است که در اخیراً مورد استقبال قرار گرفته است. این سیستم تصویربرداری طوری طراحی شده است که بتواند جسم مورد مطالعه را به‌صورت خطی با یک پرتو بادبزنی نازک جاروب نماید. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر ضخامت فیلتر بر تباین تصاویر به‌دست آمده از شبیه‌سازی سیستم تصویربرداری روبشی شکافی با استفاده از کد GATE می‌باشد. ابتدا تأثیر ضخامت فیلتر اضافی آلومینیوم از حالت بدون فیلتر تا ضخامت ٤ mm آلومینیوم بر طیف انرژی پرتوهای ایکس منتشر شده در است سیستم تصویربرداری مورد بررسی قرار گرفت. سپس با طراحی یک فانتوم آزمون تباین که شامل فیلترهایی با ضخامت‌های مختلف مس برای تعیین نسبت تباین به نویز CNR اثر فیلترگذاری ارزیابی شد. نتایج نشان داد با افزایش ضخامت فیلتر بر باریکه پرتوها، باریکه پرتو نرم‌تر شده و پرتوهای کم‌انرژی و غیرمفید آن حذف خواهد شد. هم‌چنین با توجه به این که با اضافه کردن فیلتر با ضخامت ۲ mm، کاهش تباین به نویز کمتر از ۱۰ درصد می‌شود. بنابراین مقدار ضخامت فیلتر بهینه برای سیستم تصویربرداری روبشی شکافی، برای از دست ندادن کیفیت تصـویر مقدار ۲ mm فیلتر آلومینیوم به‌دست آمد. از نتایج این تحقیق می‌توان برای بررسی میزان دز بیمار در روش تصویربرداری روبشی شکافی استفاده نمود.

کلیدواژگان: سیستم تصویربرداری روبشی شکافی، کد GATE، فیلترگذاری، تباین تصویر، طیف انرژی.

۱. مقدمه

سیستم تصویربرداری روبشی شکافی، یک سیستم تصویربرداری جدید است که در دهه اخیر مورد استقبال قرار گرفته است. این سیستم تصویربرداری طوری طراحی شده است که بتواند جسم مورد مطالعه را به‌صورت خطی با یک پرتو بادبزنی نازک جاروب نماید. این سیستم از یک پرتو بادبزنی نازک استفاده می‌کند که به‌صورت خطی همگام با حرکت یک آشکارساز باریک حرکت کرده و با کاهش تابش پراکنده، نسبت سیگنال به نویز خوبی را ایجاد می‌کند. نتیجه این کار، تصویر با وضوح بالا با تباین[۱] تصویر خوب است در حالی که دز بیمار را به‌حداقل می‌رساند [۱]. مدل‌های مختلفی برای شبیه‌سازی سیستم‌های

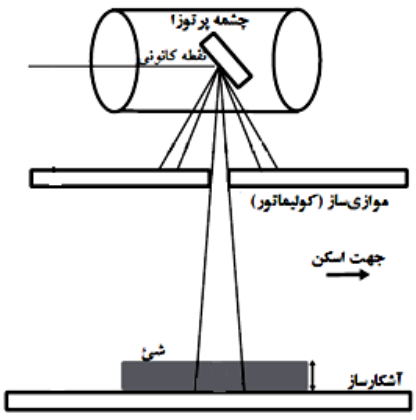
[1] Contrast

تصویربرداری با اشعه ایکس طراحی شده است اما معمولاً آن‌ها تنها بخشی از زنجیره تصویربرداری مانند طیف اشعه ایکس یا تابش‌های پراکنده را می‌توانند شبیه‌سازی کنند و یا به‌اندازه کافی انعطاف‌پذیر نیستند [۲]. در تحقیق حاضر اثر فیلترگذاری بر طیف انرژی و تصویر حاصل در یک سیستم تصویربرداری روبشی شکافی با استفاده از قابلیت‌های نرم‌افزار چندمنظوره GATE، بررسی شده است.

۲. روش انجام تحقیق

۱.۲. ابزار شبیه‌سازی GATE/ GEANT٤

کد شبیه‌سازی GATE، مجموعه کتابخانه‌های GEANT ٤ را در برگرفته و به یک ابزار شبیه‌سازی قابل تقسیم به اجزای کوچکتر، چندمنظوره، تطبیق‌پذیر و دارای قابلیت کدنویسی تبدیل شده که توانایی مدل‌سازی پدیده‌های وابسته به زمان مانند حرکت آشکارساز یا واپاشی چشمه‌های تابش را فراهم می‌کند و بنابراین شبیه‌سازی شرایط واقعی اکتساب شده در زمان را میسر می‌کند [۳]. در شبیه‌سازی‌های انجام گرفته در این تحقیق از مدل Penelope به‌عنوان فیزیک شبیه‌سازی و برای محاسبه طیف انرژی از خروجی EnergySpectrumActor استفاده شده است [٤]. در تحقیق حاضر طراحی تنظیمات براساس مدل پیشنهادی ارائه شده در [٥] انجام شده است.



شکل (۱): نقشه شماتیک سیستم تصویربرداری روبشی شکافی.

۲.۲. فانتوم آزمون تباین

برای تعیین تباین تصاویر سیستم روبشی شکافی روی آشکارساز، یک فانتوم آزمون تباین طراحی و شبیه‌سازی شد. این فانتوم منطبق با فانتوم آلفا که برای کنترل کیفی دستگاه‌های رادیوگرافی استفاده می‌شود، طراحی شد [٦].

شکل (۲): فانتوم آزمون تباین برای تعیین تباین تصویر خروجی مدل شبیه‌سازی با کد GATE.

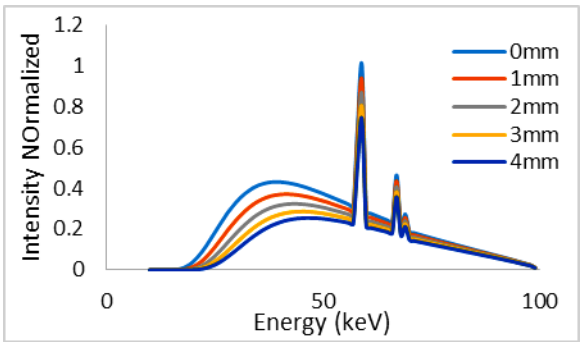
نسبت تباین به نویز (CNR[1]) معیار خوبی برای توصیف دامنه سیگنال نسبت به نویز محیط در یک تصویر می‌باشد و با استفاده از تفاوت میانگین مقادیر بین ناحیه سیگنال و زمینه محاسبه می‌شود و از رابطه ۱ محاسبه می‌شود [۷]:

$$CNR = \frac{X_s - X_{bg}}{\sigma_{bg}} \qquad (۱)$$

- میانگین سطح خاکستری ناحیه مورد نظر[۲] (X_s)
- میانگین سطح خاکستری ناحیه مورد نظر در زمینه (X_{bg})
- انحراف استاندارد ناحیه مورد نظر در زمینه (σ_{bg})

۳. نتایج و بحث

شکل ۳ اثر تغییرات ضخامت فیلتر بر طیف انرژی پرتوهای ایکس شبیه‌سازی شده را نشان می‌دهد.

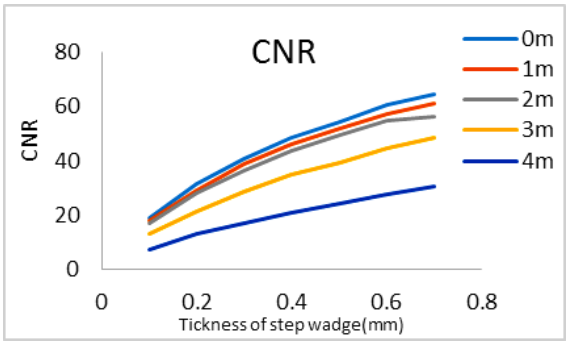


شکل (۳): اثر فیلترگذاری بر روی طیف انرژی در ۱۰۰kV.

[1] Contrast to Noise Ratio

[2] ROI (Region Of Interest)

همان‌طور که از نمودارهای شکل ۳ قابل مشاهده است با افزایش فیلتر، پرتوهای کم‌انرژی که باعث واگذاری دز غیرضروری و ایجاد نویز در تصویر می‌شود، حذف خواهد شد.



شکل (٤): نسبت تباین به نویز ایجاد شده در تصاویر سیستم تصویربرداری روبشی شکافی به‌ازای عرض کولیماتور ۰/٤ mm از فانتوم تباین به نویز.

در شکل ٤ نسبت تباین به نویز برای گام‌های مختلف فیلتر روی فانتوم طراحی شده مطابق با رابطه ۱ محاسبه گردید. همان‌طور که قابل مشاهده است با افزایش فیلترگذاری روی باریکه پرتوهای ایکس، از حالت بدون فیلتر تا ٤ mm ضخامت فیلتر اضافی آلومینیوم، مقدار تباین به نویز (CNR) کاهش پیدا می‌کند و شدت کاهش تباین به‌ازای افزایش ضخامت گام‌های فیلتر مسی روی فانتوم تباین، افزایش می‌یابد.

٤. نتیجه‌گیری

در روش‌های تصویربرداری با پرتوهای یونیزان، با افزایش ضخامت فیلتر بر باریکه پرتوها، باریکه پرتو نرم‌تر شده و پرتوهای کم‌انرژی و غیر مفید آن حذف خواهد شد. علاوه بر اثر فوق فیلترگذاری باعث کاهش شدت فوتون‌های رسیده به آشکارساز و بنابراین کاهش تباین به نویز نیز خواهد شد. مطابق با بررسی انجام گرفته، با توجه به این که کاهش تباین به نویز در ضخامت فیلتر ۲ mm آلومینیوم کمتر از ۱۰ درصد است، بنابراین مقدار ضخامت فیلتر بهینه برای سیستم تصویربرداری روبشی شکافی برای از دست ندادن کیفیت تصویر، مقدار ۲ mm فیلتر آلومینیوم به‌دست آمد. از نتایج این تحقیق می‌توان برای بررسی میزان دز بیمار در روش تصویربرداری روبشی شکافی استفاده نمود.

٥. مراجع

1. J. M. Boone, K. K. Lindfors, V. N. Cooper 3rd, J. A. Seibert. Scatter/primary in mammography: comprehensive results. *Med. Phys.* 27 (2000) 2408-2416.
2. K. Viswanathan, K. Balasubramaniam. Modeling and simulation schemes in X-ray radiography and computed tomography. Proceedings of the National Seminar & Exhibition on Non-Destructive Evaluation, NDE, India, 2009.
3. B. J. Irving, G. J. Maree, E. R. Hering, T. S. Douglas. Radiation dose from a linear slit scanning X-ray machine with full body imaging capabilities. *Radiat. Prot. Dosimetry* 130 (4) (2008) 482-489.
4. M. Scheelke, J. H. Potgieter, M. de Villiers. System characyerization of the STATSCAN full body slit scanning radiography machine: theory and experiment. In: Proc. SPIE, vol. 5745. SPIE Medical Imaging: *Phys. Med. Imaging* 2005.
5. H. Mohammadi, M. R. Shojaei, J. Soltani-Nabipour. Image quality and dose assessment of collimator slit width effect in SLOT-SCAN X-ray imaging system. *Appl. Radiat. Isot.* 171 (2021) 109642.
6. N. Banihashemi, J. Soltani-Nabipour, A. Khorshidi, H. Mohammadi. Quality control assessment of Philips digital radiography and comparison with Spellman and Samsung systems in Tehran Oil Ministry Hospital. *Eur. Phys. J. Plus* 135 (2020) 269.
7. International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU). Medical imaging – the assessment of image quality. ICRU Report 54, 1996.