

۱۶ و ۱۷ شهریور ۱۳۹۴ دانشگاه یزد

توسعه کد Bsim و بررسی اثر ناهمواری زمین بر کیفیت تصویر در سیستم متحرک تصویربرداری ایکس بازگشتی

حق شناس، رضا^(۱) - بیات، اسمعیل*^(۲) - کبیری، نسیمه سادات^(۳) - قربانی، پرویز^(۴)

^۱ دانشگاه شهیدبهبشتی، دانشکده مهندسی هسته‌ای، گروه پرتوپزشکی

^۲ سازمان انرژی اتمی، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای، پژوهشکده کاربرد پرتوها

^(۳) دانشگاه شاهرود، دانشکده فیزیک

^(۴) دانشگاه آزاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشکده مهندسی هسته‌ای

چکیده

کد Bsim با استفاده از ابزار برنامه نویسی Geant4 و به منظور تسهیل فرآیند طراحی سیستم های تصویربرداری مبتنی بر ایکس بازگشتی نگارش گردید. با استفاده از این کد می توان به بررسی اثر پارامترهای عملکردی مختلف مانند مشخصات تیوب ایکس، سرعت چرخش چاپر، سرعت حرکت افقی جسم، تعداد خطوط و گام های مختلف اسکن و ... بر روی کیفیت تصاویر پرداخت. هدف از این تحقیق توسعه کد Bsim جهت بررسی و پیش بینی اعوجاج ناشی از ناهمواری جاده و حذف آن به هنگام تصویربرداری با استفاده یک سیستم تصویربرداری متحرک در دو مد ممکن جمع آوری داده می باشد. پس از توسعه کد، بررسی اثر ناهمواری جاده برای شش حالت مختلف شامل سه تابع جابجایی مرکز چرخ چاپر و دو مد جمع آوری داده انجام شد. کلمات کلیدی: ایکس بازگشتی، کد Bsim، تصویربرداری، اعوجاج

مقدمه

سیستم های تصویربرداری ثابت و متحرک مبتنی بر ایکس بازگشتی یا عبوری در زمینه های مختلف مانند صنعت، پزشکی، مین یابی، موارد امنیتی و بازرسی ها مورد استفاده می باشند [۱ الی ۷]. سیستم های متحرک ایکس بازگشتی نسبت به سیستم های عبوری ساده تر بوده و توسعه خوبی یافته اند [۸]. گام نخست در طراحی و ساخت چنین سیستم هایی شناسایی پارامترهای مهم در فرآیند تشکیل تصویر و بررسی اثر هر کدام بر روی کیفیت آن می باشد [۹]. از اینرو کد Bsim با استفاده از ابزار برنامه نویسی Geant4 و به منظور تسهیل فرآیند طراحی سیستم های بازرسی مبتنی بر ایکس بازگشتی نگارش شد [۱۰]. با استفاده از این کد می توان به بررسی اثر پارامترهای عملکردی مختلف مانند مشخصات حفره خروج

۱۶ و ۱۷ شهریور ماه ۱۳۹۴ دانشگاه یزد

پرتو بر روی پروفایل پهن شدگی باریکه پرتو ایکس، مشخصات تیوب ایکس، سرعت چرخش چاپر، سرعت حرکت افقی، تعداد خطوط و گام های مختلف اسکن و ... بر روی کیفیت تصاویر پرداخت. در گام بعد نیاز است که مشکلات پیش رو در سیستم های متحرک تصویربرداری ایکس بازگشتی مورد شبیه سازی و بررسی قرار گیرند. بنابراین از قابلیت های GEANT4 استفاده گردید و کد Bsim جهت شبیه سازی عواملی مانند نقص های مربوط به خطا در بالانس مکانیکی اجزا متحرک، اعوجاج در تصویر به دلیل حرکت نسبی جسم و سیستم تصویربرداری و یا اثرات ناشی از نایکنواختی نمونه برداری بدلیل ناهمواری جاده توسعه داده شد و در حال حاضر این اثرات را می توان به صورت کمی و کیفی بررسی و پیش بینی کرد. در این مطالعه اعوجاج ناشی از نایکنواختی نمونه برداری از جسم در حال اسکن، بدلیل جابجایی مرکز چرخ چاپر ناشی از ناهمواری جاده، در یک سیستم ایکس بازگشتی با استفاده از کد Bsim بررسی و پیش بینی می گردد.

روش کار

کد Bsim

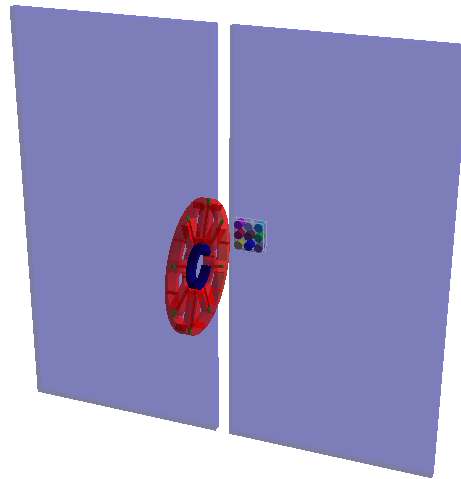
کد Bsim به منظور تسهیل فرآیند طراحی یک سیستم تصویربرداری مبتنی بر ایکس بازگشتی و بررسی اثر عوامل مختلف بر روی کیفیت تصویر حاصله بر پایه ابزار شی گرای مونت کارلو Geant4 نسخه ۱۰ ایجاد و توسعه داده شده است [۱]. ویژگی های مهم این نرم افزار عبارتند از:

- استفاده از رابط کاربری ساده برای تعریف مشخصات هندسی سیستم بازرسی
- تعیین پارامترهای کنترل کننده عملکرد سیستم بازرسی شامل تعیین سرعت حرکت افقی، سرعت چرخش چاپر، تعداد خطوط و گام های اسکن
- در نظر گرفتن دو مد ممکن برای جمع آوری داده
- نمایش زنده تصویر همزمان با پر شدن خطوط اسکن
- در نظر گرفتن تابع جابجایی مرکز اسکنر به دلیل ناهمواری جاده
- اجرای موازی بر روی پردازنده چند هسته ای

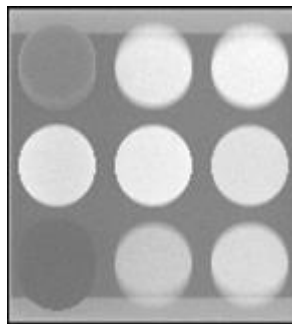
نمایی از یک سیستم بازرسی شبیه سازی شده به همراه تصویر حاصله از اسکن به ترتیب در شکل های ۱ و ۲ نشان داده شده است. مشخصات فانتوم شامل یک مکعب به ابعاد $14/8 \times 14/8 \times 4$ سانتیمتر مکعب از جنس هوا در بردارنده ۹ استوانه با ابعاد یکسان - شعاع ۲ سانتیمتر و ارتفاع ۲ سانتیمتر - با فاصله مرکز تا مرکز ۵ سانتیمتر و جنس های مختلف به ترتیب از راست به چپ در ردیف بالا هروئین، ماده منفجره TNT و فولاد زنگ نزن، در ردیف میانی کوکائین، ماده

۱۶۰۵ شماره ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ نگاه نورد

منفجره RDX و آلومینیوم و در ردیف پایین پلی اتیلن، اتانول و طلا و محفظه ای به ضخامت دیواره ۱ میلی‌متر از فولاد ضد زنگ می باشد.



شکل شماره (۱) نمایی از یک سیستم بازرسی شبیه سازی شده با استفاده از کد Bsim



شکل شماره (۲) تصویر حاصل از اسکن انجام شده بوسیله سیستم شبیه سازی شده در شکل (۱)

بررسی اثر ناهمواری جاده

بررسی اثر ناهمواری جاده برای شش حالت مختلف شامل سه تابع جابجایی مرکز چرخ چابر مطابق روابط ۱ تا ۳ و دو مد (الف) و (ب) جمع آوری داده انجام شد. در «مد (الف) جمع آوری داده» محور چرخش چرخ چابر موازی با سطح زمین و در «مد (ب) جمع آوری داده» محور چرخش چرخ چابر موازی با سطح افق می باشد. این بدان معناست که در مد (الف) همراه با ناهمواری زمین مرکز چرخ چابر جابجا می شود اما در مد (ب) با استفاده از یک سیستم تعلیق مناسب، مرکز چرخ چابر ثابت نگه داشته شده است. لازم به ذکر است که مبدا محورهای X و Y منطبق بر مرکز ماده منفجره RDX می باشد. در توابع ۱ تا ۳ واحد جابجایی بر حسب میلی‌متر می باشد.

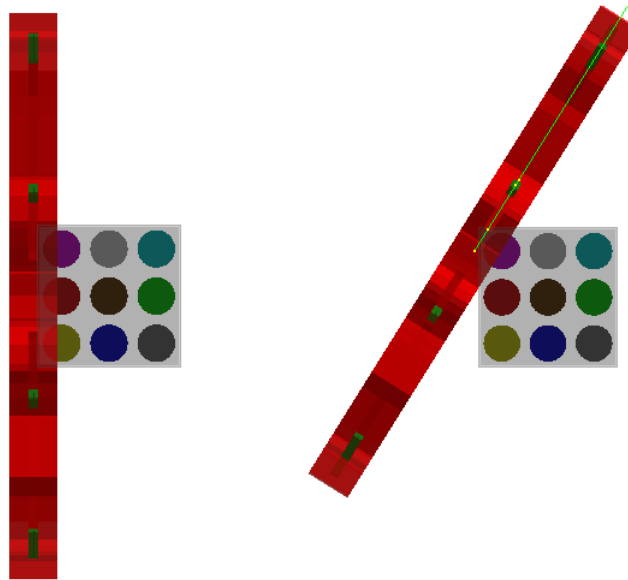
۱۶ و ۱۷ اسفندماه ۱۳۹۴ دانشگاه یزد

$$y = 15|x/80| \quad (۱)$$

$$y = 15\cos(\pi x/80) \quad (۲)$$

$$y = 15\cos(10\pi x/80) \quad (۳)$$

نمایی از دو مد (الف) و (ب) جمع آوری داده برای تابع جابجایی ۱ به ترتیب در شکل های ۳-راست و ۳-چپ نشان داده شده است.

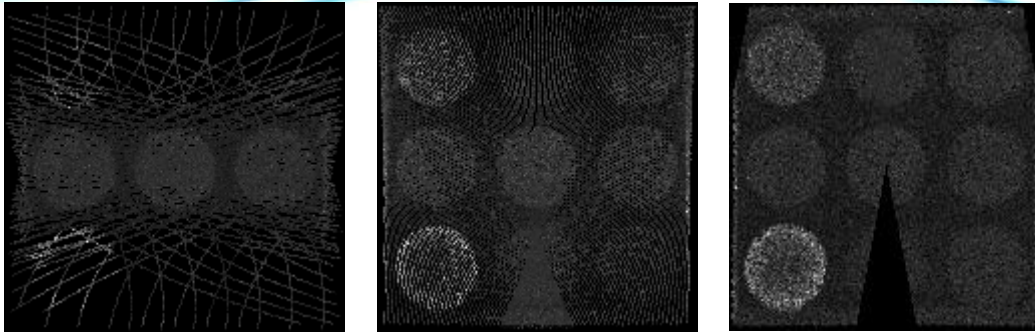


شکل شماره (۳) نمایی از مد الف (سمت راست) و مد ب (سمت چپ) جمع آوری داده برای تابع جابجایی (۱) برای هر حالت، تصاویر به دو روش مختلف «بازه بندی شده» و «بدون بازه بندی» بدست آمد. در روش «بازه بندی شده» مختصات ماتریس تصویر ثابت بوده و هر داده حاصل از آشکارسازها در مکان پیش بینی شده قرار می گیرد. اما در روش «بدون بازه بندی» مختصات باریکه ایکس خروجی ملاک بوده و ماتریس تصویر با توجه به مختصات باریکه توسط داده خروجی آشکارسازها پر می شود. لازم به ذکر است که در حالت بدون بازه بندی دانستن فاصله جسم در حال اسکن از مرکز چرخ چاپر برای ایجاد تصویر ضروری است، حال آنکه در حالت بازه بندی شده نیازی به دانستن فاصله جسم در حال اسکن نیست. بدلیل این تفاوت تصاویر بدست آمده از دو روش ذکر شده هم مقیاس نیستند.

نتایج

نمونه ای از نتایج در شکل ۴ ارائه شده است. تصاویر بدست آمده به روش بدون بازه بندی در مد الف جمع آوری داده و برای توابع جابجایی ۱ تا ۳ بوده و تصحیح نایکنواختی ناشی از نمونه برداری نا همگن روی آنها اعمال شده است.

۱۶ و ۱۷ اسفندماه ۱۳۹۴ دانشگاه یزد



شکل شماره (۴) تصاویر بدست آمده از اسکن فانتوم به روش بدون بازه بندی پس از اعمال تصحیح نایکنواختی

نمونه برداری برای توابع جابجایی (۱) تا (۳) و مد الف جمع آوری داده

همانطور که در شکل ۴- راست مشاهده می شود جابجایی مرکز چرخ چاپر به هنگام اسکن جسم مطابق با تابع جابجایی ۱ باعث عدم نمونه برداری در قسمت های پایین و مرکزی فانتوم و نمونه برداری دو برابری در قسمت های بالای فانتوم می شود. لازم به ذکر است که بخش های دیگر به طور یکنواخت نمونه برداری شده است. جابجایی مرکز چرخ چاپر مطابق با تابع جابجایی (۲) باعث نمونه برداری ناهمگن می شود بطوریکه کسر قابل توجهی از جسم یا نمونه برداری نشده یا بیشتر از یکبار نمونه برداری شده است. در نهایت جابجایی مرکز چرخ چاپر مطابق با تابع جابجایی (۳) باعث نمونه برداری بسیار ناهمگن شده و باعث می شود تنها بخش مرکزی فانتوم اسکن شود.

بحث و نتیجه گیری

نتایج بدست آمده از این مطالعه نشان داد که استفاده از کد Bsim به منظور بررسی اثرات نایکنواختی نمونه برداری در سیستم تصویربرداری متحرک ایکس بازگشتی بسیار کارآمد می باشد. این کد در گام اول امکان تعیین روش مناسب تشکیل تصویر حین جابجایی مرکز چرخ چاپر، ناشی از ناهمواری جاده، را فراهم نموده و در گام دوم یافتن و تصحیح اعوجاج های ایجاد شده را ممکن ساخت. نتایج بررسی ها نشان داد که استفاده از روش بدون بازه بندی برای تشکیل تصویر به هنگام اسکن جسم در هر دو مد (الف) و (ب) نتایج صحیحی را تولید می کند. در مقابل، در مد اسکن (الف)، نتایج بدست آمده از روش بازه بندی شده برای تشکیل تصویر، نتایج نادرست و غیر قابل قبولی را تولید می کند.

مراجع

- [1] Roderick D. Swift, "Medium energy X-ray examination of commercial trucks", SPIE Vol. 2276 Cargo Inspection Technologies (1994)
- [2] G. Harding, "Inelastic photon scattering: effects and applications in biomedical science and industry", Radiat. Phys. Chem. Vol. 50, No. I, pp. 91-111, 1997
- [3] P. Zhu, G. Peix, D. Babot and J. Muller, "In-line density measurement system using X-ray Compton Scattering", NDT&E International, Vol. 28, No. 1, pp. 3-7, 1995

۱۳۹۴ و ۱۶ اسفندماه ۱۳۹۴ دانشگاه یزد

- [4] G. Harding, “X-ray scatter tomography for explosives detection”, Radiation Physics and Chemistry 71 (2004) 869–881
- [5] Daniel Shedlock, Talion Edwards, and Chin Toh, “X-ray backscatter imaging for aerospace applications”, AIP Conf. Proc. 1335, 509-516 (2011)
- on image [6] Leon Kaufman & Joseph W. Carlson, “An evaluation of airport x-ray backscatter units based characteristics”, J Transp Secur (2011) 4:73–94
- [7] Sunwoo Yuk, et al., “Detection of buried landmine with X-ray backscatter technique”, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 568 (2006) 388–392
- [8] Bruce C. Towe and Alan M. Jacobs, “X-Ray Compton Scatter Imaging Using a High Speed Flying Spot X-Ray Tube”, IEEE transactions on biomedical engineering, vol. bme-28, no. 10, October 1981
- [9] Roderick D. Swift, “Mobile X-ray Backscatter Imaging System for Inspection of Vehicles”, SPIE Vol. 2936
- [۱۰] حق شناس؛ رضا، بیات؛ اسمعیل، کبیری؛ نسیمه سادات، عظیمی؛ سپیده سادات، نگارش کد Bsim بر اساس ابزار برنامه نویسی Geant4 جهت شبیه سازی سیستم تصویربرداری ایکس بازگشتی، بیست و یکمین کنفرانس هسته ای ایران