

XÂY DỰNG CẤU HÌNH CHỤP ẢNH CẮT LỚP PHÁT XẠ ĐƠN PHOTON (SPECT) PHỤC VỤ CÁC THÍ NGHIỆM ĐÁNH DẤU NGHIÊN CỨU MÔ HÌNH DÒNG CHẢY

NGUYỄN VĂN CHUẨN, NGUYỄN THANH CHÂU, NGUYỄN NGỌC NHẬT ANH

*Trung tâm Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong công nghiệp, 01 ĐT723 phường 12 Đà Lạt Lâm
Đồng.*

Emai: office@canti.vn

Tóm tắt: Kỹ thuật đánh dấu phóng xạ thu thập số liệu về phân bố thời gian lưu, kỹ thuật tính toán động học dòng chảy và các kỹ thuật đánh dấu khác nghiên cứu mô hình dòng chảy khác đòi hỏi quá trình tính toán dài với một khối lượng tính toán lớn nhất là với các hệ thống phản ứng hóa học phức tạp, nhiều kết quả tính toán dư thừa, gây khó khăn trong quá trình giải đoán kết quả. Chụp cắt lớp gamma đơn năng phát xạ (Single Photon Emission Computed Tomography- SPECT) là kỹ thuật kết hợp giữa kỹ thuật tái dựng hình ảnh cắt lớp và kỹ thuật đánh dấu phóng xạ. SPECT sử dụng nhiều đầu dò phóng xạ tại một mặt cắt của hệ thống, hình ảnh cắt lớp của phân bố chất đánh dấu tại mặt cắt đó có thể được tái tạo từ bộ số liệu đo đạc với một thuật toán dựng ảnh phù hợp là một phương pháp hữu ích cho phép kiểm chứng kết quả các thí nghiệm trong đánh dấu và nghiên cứu mô hình dòng chảy một cách trực quan. Cấu hình SPECT trong báo cáo này được nghiên cứu và lựa chọn là cấu hình lục giác đều. Kết quả mô phỏng tính toán MNCP cho biết sai số ảnh tái tạo và nguồn thực tế không quá 16%.

Từ Khóa: Công nghiệp, SPECT, CT, đánh dấu, Single Photon Emission Computed Tomography

I. GIỚI THIỆU

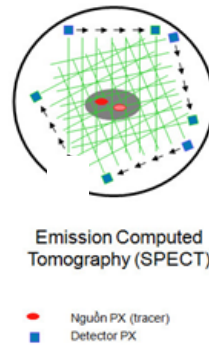
Chụp cắt lớp gamma đơn năng phát xạ (Single Photon Emission Computed Tomography- SPECT) là kỹ thuật kết hợp giữa kỹ thuật tái dựng hình ảnh cắt lớp giống như chụp cắt lớp điện toán (Computed Tomography -CT) và kỹ thuật đánh dấu phóng xạ. SPECT không cung cấp hình ảnh giải phẫu mà cung cấp hình ảnh trực quan phản ánh chức năng của các bộ phận được kiểm tra. Với đặc trưng như vậy, SPECT không chỉ được ứng dụng trong chẩn đoán y học hạt nhân mà còn được ứng dụng để nghiên cứu trong nhiều lĩnh vực khác như công nghệ hóa học, thu hồi dầu khí, xử lý thải, ... Ví dụ như trong lĩnh vực công nghệ hóa học, các nhà nghiên cứu đã sử dụng SPECT cùng với các kỹ thuật khác như RTD, CFD để theo dõi sự vận động của một pha đơn lẻ trong các hệ thống đa pha trong các bình

phản ứng giả sôi, sủi tăm, các hệ thống trộn, tách, mẫu lõi, ... trên các mô hình trong phòng thí nghiệm. Với SPECT, bằng cách sử dụng nhiều đầu dò phóng xạ tại một mặt cắt của hệ thống, hình ảnh cắt lớp của phân bố chất đánh dấu tại mặt cắt đó có thể được tái tạo từ bộ số liệu đo đạc với một thuật toán dựng ảnh phù hợp. Với độ phân giải thời gian thích hợp, các hình ảnh SPECT theo thời gian cho phép người sử dụng theo dõi được sự vận động của dòng chảy.

II. NGUYÊN LÝ CHUNG

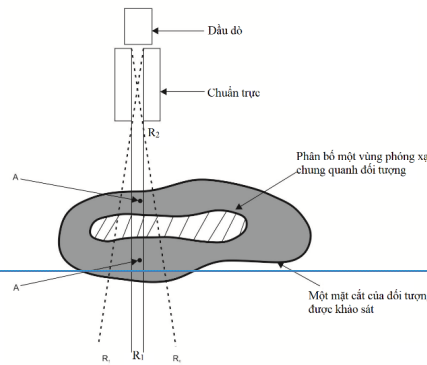
Phương pháp chụp ảnh cắt lớp cho phép xác định phân bố mật độ vật chất hoặc phân bố hoạt độ phóng xạ trong mặt cắt của vật thể dựa trên tính toán tập số liệu các phép đo phóng xạ

Giả sử chia một lát cắt vật thể thành nhiều đơn vị vật chất với kích thước nhất định. Khi chùm tia photon quét qua lớp vật chất đó (ngang hoặc dọc) thì nó sẽ lần lượt xuyên qua các đơn vị vật chất. Tín hiệu truyền qua mỗi đơn vị vật chất sẽ khác nhau do có độ suy giảm tuyến tính khác nhau, tùy thuộc vào góc quay, độ lớn của góc nhìn trong mặt phẳng quét và khoảng cách của nó tới đầu dò. Các tín hiệu thu được với các góc quay khác nhau trong mặt phẳng tương ứng. Các tín hiệu này là cơ sở để tái tạo hình ảnh trên máy tính thông qua phần mềm được hỗ trợ các thuật toán về ma trận.



Hình 1: Nguyên lý chụp cắt lớp điện toán SPECT

Hình 2 mô tả một mặt cắt của đối tượng với một phân bố chất đánh dấu phóng xạ bên trong. Giả sử tại mỗi điểm đo, nguồn phát phóng xạ là một nguồn điểm lý tưởng thì số đếm đo được tại đầu dò tỷ lệ thuận với hoạt độ phóng xạ của điểm phát phóng xạ đó. Nếu khe hở chuẩn trực của đầu dò là lý tưởng (rất hẹp, sâu), thì đầu dò chỉ ghi nhận được bức xạ phát ra dọc theo khe R_1R_2 và số đếm ghi nhận tại mỗi điểm đo cũng được gọi là một tổng tia



Hình 2: Trong SPECT, phân bố của chất phóng xạ được đo đạc bằng đầu dò chuẩn trực

Commented [b1]: Bất kể nguồn bức xạ có hình dạng gì thì số đếm thu được ở đầu dò cũng đều tỷ lệ thuận với hoạt độ nguồn

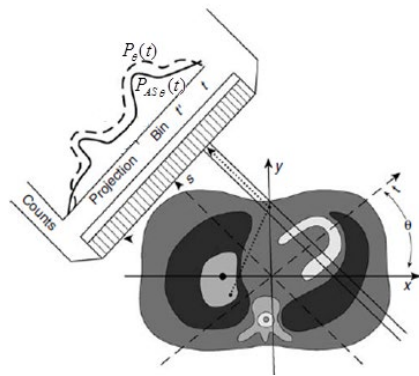
Commented [C2R1]: Tác giả muốn nói đến điều kiện lý tưởng hạn chế sự ảnh hưởng tán xạ.

(ray sum). Bằng kết hợp nhiều tổng tia đo được trên cùng một góc xoay θ , ta thu được số liệu hình chiếu. Biến đổi Radon ngược bộ số liệu hình chiếu để tái tạo lại phân bố phóng xạ bên trong đối tượng khảo sát.

Trong thực tế chùm bức xạ phát ra từ vị trí phát xạ bị hấp thụ và tán xạ trên đường đi của nó đến đầu dò nên hình chiếu $P_{AS\theta}(t)$ sẽ thấp hơn so với hình chiếu lý tưởng $P_{\theta}(t)$, sự suy giảm này phụ thuộc chủ yếu vào mật độ vật chất giữa nguồn phát và đầu dò bức xạ. Mức độ hấp thụ có thể định tính bằng một hệ số truyền qua $TF(t,s,\theta)$ là một phần của các bức xạ truyền qua một độ dày có hệ số hấp thụ không đồng nhất tại góc xoay θ . Hệ số này được tính toán như sau:

$$TF(t,s,\theta) = \exp\left(-\int_s^t f(t,s) ds\right) \quad (1)$$

Với $f(t,s)$ là phân bố của hệ số hấp thụ tuyến tính theo vị trí. Biểu thức (1) chỉ chính xác đối với một chùm bức xạ đơn năng và không bị ảnh hưởng của tán xạ.



Hình 3: Sự ảnh hưởng của hấp thụ đến hình ảnh SPECT

Một phương pháp hiệu chỉnh hấp thụ phổ biến hiện nay là phương pháp của Chang. Phương pháp này được thực hiện bằng cách xác định hệ số hiệu chỉnh $C(x,y)$ cho từng vị trí (x,y) trong hình ảnh SPECT bằng biểu thức sau:

$$C(x,y) = \left[\frac{1}{M} \sum_{i=1}^M TF(t,s, \theta_i) \right]^{-1} \quad (2)$$

Với M là số góc chiếu θ_i .

Giả sử $C_{jk} \sim C(x,y)$ và $f_{jk} \sim f(x,y)$ lần lượt là giá trị hoạt độ của nguồn và giá trị suy giảm tại pixel thứ k thuộc tia thứ j , q_j là tổng số pixel trên tia thứ j . Công thức biến đổi Radon trong trường hợp SPECT được tính như sau:

$$P_{\theta(t)} = \Re\{C(j,k)\} = \int_{k=1}^{q_j} \left\{ C_{jk} \cdot \exp\left(-\int_{l=1}^k f_{jl} \cdot ds_{jl}\right) \right\} ds_{jk} \quad (3)$$

Phương pháp tái tạo và hiệu chỉnh hình ảnh SPECT bằng thuật toán đại số (ART) được thực hiện như sau:

- Bước 1: Ước đoán giá trị C_{jk_old} (ban đầu)

Commented [b3]: Cần có trích dẫn

Commented [C4R3]: Tác giả đã bổ sung tài liệu tham khảo

Commented [b5]: Cần định nghĩa t', s' tọa độ x, y, x', y' ... để người đọc có thể theo dõi.

Commented [C6R5]: Tác giả đã bổ sung trong báo cáo

- Bước 2: Tính tổng cường độ phóng xạ đo được tại detector khi có các giá trị ước đoán C_{jk_old} và giá trị suy giảm f của các pixel thuộc tia thứ j :

$$P_{\theta(t)} = \sum_{k=1}^{q_j} \left\{ C_{jk_old} \cdot \exp\left(-\sum_{l=1}^k f_{jl} \cdot \Delta s_{jl}\right) \right\} \cdot \Delta s_{jk} \quad (4)$$

- Bước 3: Tính phân bố nguồn dựa trên công thức tái tạo đại số

$$C_{jk_new}^{z+1} = C_{jk_old}^z + \lambda \cdot \frac{P_{AS\theta(t)} - P_{\theta(t)}}{\sum_{k=1}^{q_j} W_{jk}^2} \cdot W_{jk} \quad (5)$$

- Bước 4: $C_{jk_old}^z = C_{jk_new}^{z+1}$

Với λ và W_{jk} lần lượt là hệ số hồi phục và trọng số đóng góp của pixel thứ k trên tia thứ j .

Các bước trên được thực hiện tuần tự từ trên tất cả các hình chiếu. Do đó, mỗi giá trị pixel được tính và hiệu chỉnh qua các giá trị suy giảm f đối với từng hình chiếu.

Như vậy phương pháp tái tạo ảnh SPECT là xác định hoạt độ phóng xạ phân bố trong vật thể thông qua các giá trị hình chiếu đo đạc xung quanh vật thể.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

Nghiên cứu xây dựng cấu hình chụp ảnh cắt lớp phá xạ đơn photon (SPECT) Phục vụ các thí nghiệm đánh dấu nghiên cứu mô hình dòng chảy nhóm thực hiện đề tài đã tiến hành nghiên cứu và đã có được những kết quả sau:

III.1 Cấu hình hình học SPECT

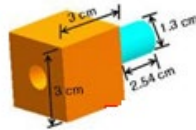
Một thiết bị SPECT bao gồm nhiều thành phần, có thể liệt kê thành 3 thành phần chính: Phần cơ khí, điều khiển tự động thu nhận số liệu hạt nhân, phần mềm dựng ảnh. Trong đó, Thiết kế chế tạo phần cơ khí phải xét đến là collimator chuẩn trực tia phóng xạ đi qua và cấu hình hình học cho SPECT.

Collimator cho đầu dò thường được làm từ vật liệu nặng được thiết kế bao quanh đầu dò nhằm chuẩn trực tia chiếu phóng xạ từ nguồn đến đầu dò đi theo một đường thẳng, được làm bằng chì và ảnh hưởng rất lớn đến kết quả tái tạo ảnh. Ở đây có hai tiêu chí chính để đánh giá đó là độ nhạy và độ phân giải không gian. Tùy vào một số mục tiêu của thiết bị để tính toán thiết kế collimator. Trong nghiên cứu hiện tại, Collimator được tính toán thiết kế có

định kích thước lần lượt là 3cm x 3cm các độ sâu của lỗ chuẩn trực được xác định theo phương trình :

$$\frac{\text{FWHM}_c \times \text{Số lượng đầu dò}}{\text{Đường kính vật thể}} = 1.5$$

$$\text{FWHM}_c = \frac{\text{Chiều rộng lỗ chuẩn trực} \times \text{Khoảng cách giữa đầu dò đến tâm vật thể}}{\text{Độ sâu lỗ chuẩn trực}}$$



Hình 4: Thiết kế collimator cho đầu dò NaI ½Inch.

Kích thước colimator 3x3cm là kích thước vừa đủ để che chắn phóng xạ nguồn I 131 năng lượng 365KeV. Nhóm thực hiện đề tài thay đổi độ sâu chuẩn trực, kích thước phantom, khoảng cách từ đầu dò đến nguồn để đạt được độ phân giải không gian tốt nhất.

Câu hình hình học của kỹ thuật chụp ảnh cắt lớp phát xạ đơn photon (SPECT) là một trong những yếu tố quan trọng trong kỹ thuật. Kết quả của việc tính toán, thiết kế cấu hình sẽ ảnh hưởng lớn đến việc thiết kế cấu hình thiết bị và kết quả dựng ảnh.

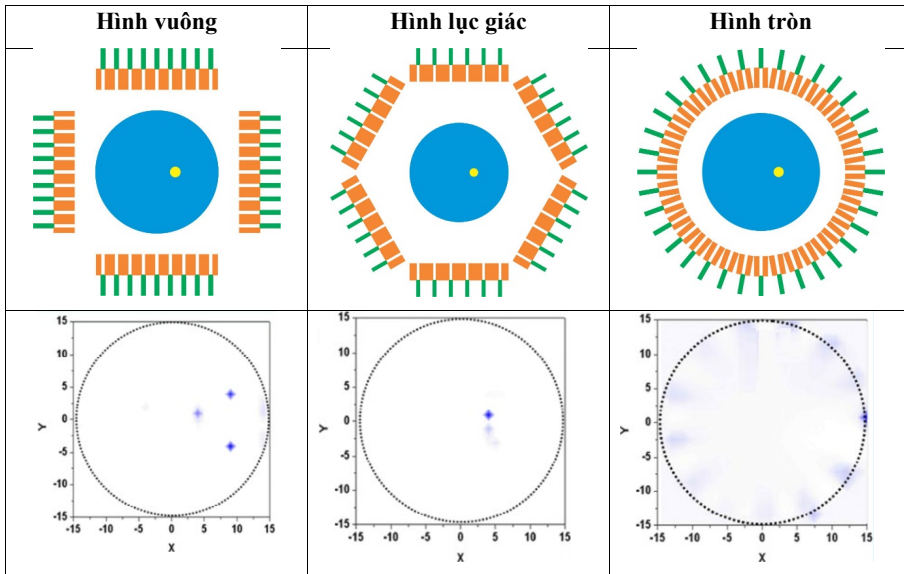
Đối với các kỹ thuật chụp ảnh cắt lớp điện toán SPECT có 3 kiểu hình học chính để bao quanh vật thể và bố trí đầu dò lên khung cơ khí: Hình tròn, hình lục giác và hình vuông. Để xác định kiểu hình học tối ưu, nhóm thực hiện đề tài đã mô phỏng để xác định hình học tối ưu nhất.

Để lựa chọn hình học tối ưu nhất cho cấu hình SPECT này, Nhóm thực hiện đề tài sử dụng công cụ mô phỏng MCNP với cấu hình sử dụng 36 đầu dò NaI ½ Inch coliamtor đã được thiết kế trên nằm trên 3 kiểu hình học: Hình vuông, hình lục giác, hình tròn, bao. Tất cả đầu dò bao quanh vật thể đường kính 40cm. Bên trong vật thể được bố trí nguồn đơn có kích thước 3cm như hình vẽ bên dưới.

- Đối tượng: Đường ống 40 cm,
- Nguồn: I-131 năng lượng 365 keV,
- Đầu dò: NaI ½ Inch, số lượng: 36 đầu dò

Commented [b7]: Nên Việt hóa các công thức đối với bài viết bằng tiếng Việt
Cần giải thích xem vì sao chọn khối chuẩn trực có kích thước 3x3cm

Commented [C8R7]: Với kích thước 3x3cm kích thước vừa đủ để che chắn phóng xạ nguồn I 131 năng lượng 365KeV nhóm thực hiện đề tài thay đổi độ sâu chuẩn trực, kích thước phantom, khoảng cách từ đầu dò đến nguồn để đạt được độ phân giải không gian tốt nhất.



Bảng 1: Cấu hình mô phỏng và kết quả tái tạo cấu hình hình vuông, hình lục giác và hình tròn

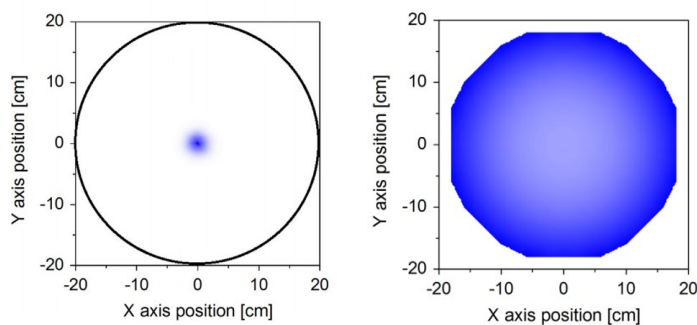
Đánh giá: Kết quả mô phỏng trên cho ta kết quả một cách trực quan. Ba cấu hình hình học có cùng kích thước đối tượng và nguồn, cùng số lượng đầu dò (tia chiếu) nhưng kết quả tái tạo ảnh lại khác nhau. Hình vuông cho hình ảnh tái tạo của nguồn và hai ảnh giả gần như đối xứng nhau. Hình tròn không tái tạo được hình ảnh của nguồn chỉ tạo ra các bóng mờ phân kỳ. Hình lục giác tái tạo hình ảnh của nguồn rõ rệt và có bóng mờ nhỏ. Với kết quả phỏng như vậy, Nhóm thực hiện đề tài nhận định cấu hình hình lục giác cho kết quả hình ảnh tốt nhất và sử dụng cấu hình lục giác cho các nghiên cứu tiếp theo cho đề tài.

III.2 Cấu hình SPECT hình lục giác

Đề tài với mục tiêu xây dựng, thiết kế cấu hình SPECT phục vụ các thí nghiệm nghiên cứu mô hình dòng chảy, sự phân bố của chất đánh dấu trong môi trường chất lỏng. Nhóm thực hiện đề tài tiếp tục nghiên cứu đối tượng chụp ảnh SPECT với cấu hình lục giác nhằm đánh giá tính khả thi của cấu hình.

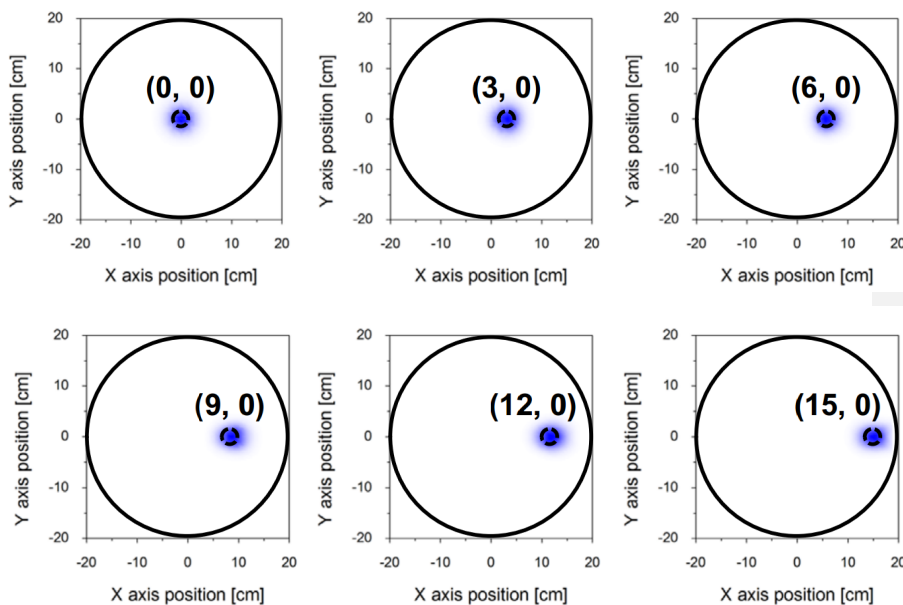
Để mô phỏng chất đánh dấu lan truyền trong môi trường chất lỏng, sự phân bố của chất đánh dấu. Nhóm thực hiện đề tài xây dựng đối tượng chụp ảnh SPECT cấu hình lục giác bằng

cách tạo một nguồn đơn I-131 có diện tích cố định là 3cm và di chuyển nguồn đơn tại các vị trí khác nhau trong đối tượng vật thể có đường kính 40cm. Việc bố trí vị trí khác của nguồn sẽ đại diện cho sự di chuyển của nguồn trong môi trường chất lỏng. Tại các vị trí đó số lượng tia chiếu ghi nhận được tại mỗi đầu dò khác nhau nên kết quả hình ảnh tái tạo cũng sẽ khác nhau.



Hình 5: Tái tạo ảnh nguồn đơn ban đầu và nguồn di chuyển hết vật thể

Thiết kế cấu hình mô phỏng có nguồn đơn kích thước 3cm chọn tâm vật thể làm gốc tọa độ tại tâm vật thể (0,0) di chuyển về bên phải lần lượt tại các tọa độ (3,0),(6,0),(9,0),(12,0),(15,0).



Hình 6: Hình ảnh tái tạo cấu hình SPECT hình lục giác có một vị trí nguồn thay đổi

Kích thước sai số của ảnh tái tạo được định nghĩa như sau:

$$\text{Sai số ảnh} = \left| \frac{O-A}{A} \right| \times 100\%$$

Trong đó: A là kích thước nguồn mô phỏng ban đầu

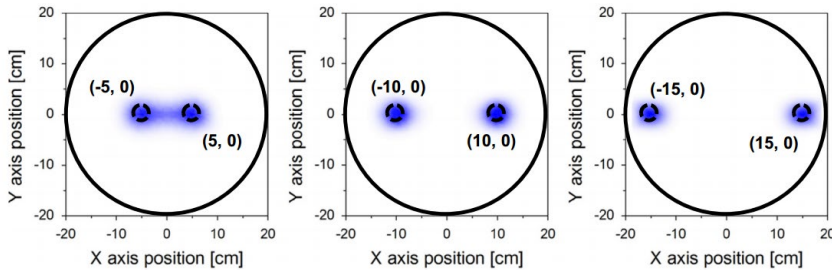
O là kích thước nguồn được tái tạo, được tính bằng cách nhân diện tích từng pixel ảnh.

	Vị trí nguồn thiết kế ban đầu					
	(0,0)	(3,0)	(6,0)	(9,0)	(12,0)	(15,0)
Kích thước nguồn quan sát được (cm ²)	6.4	7.8	6.8	7.0	8.2	6.4
Sai số ảnh nguồn tái tạo (%)	9.5	10.0	3.8	1.0	16	9.5

Bảng 2: Tính toán sai số tái tạo ảnh di chuyển một nguồn

Từ kết quả tái tạo ảnh (hình 6) và kết quả tính toán sai số tái tạo ảnh (bảng 2) cho thấy hình ảnh nguồn được tái tạo rất giống với nguồn thực tế. Kích thước hình ảnh tái tạo sai số tối đa không quá 16% so với kích thước nguồn thực tế.

Thiết kế cấu hình mô phỏng có nguồn đôi kích thước 3cm chọn tâm vật thể làm gốc tọa độ đặt nguồn tại các vị trí [(-5,0),(5,0)], [(-10,0),(10,0)], [(-15,0),(15,0)].



Hình 7: Hình ảnh tái tạo cấu hình SPECT hình lục giác có hai vị trí nguồn thay đổi

	Vị trí nguồn ban đầu		
	(-5,0) (5,0)	(-10,0) (10,0)	(-15,0) (15,0)
Kích thước nguồn quan sát được (cm ²)	7.8	6.0	8.1
Sai số ảnh nguồn tái tạo (%)	9.9	15.5	14.1

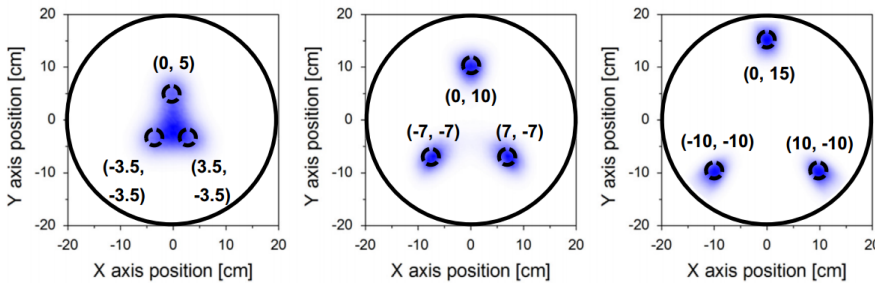
Bảng 3: Tính toán sai số ảnh tái tạo di chuyển hai nguồn

Commented [b9]: Nếu chỉ nhìn vào vùng màu xanh thì thấy rằng kích thước nguồn có thể lên tới 5-6cm nên cần xem lại con số sai lệch 16% giữa hình ảnh nguồn tái tạo và kích thước nguồn mô phỏng.

Commented [C10R9]: Trong quá trình tái tạo ảnh sẽ hiện tượng tạo ảnh giả và bóng mờ của ảnh. Ảnh được tái tạo so là tập hợp nhưng điểm ảnh có cùng thang màu.

Từ kết quả tái tạo ảnh hình (7) và kết quả tính toán sai số tái tạo ảnh (bảng 3) cho thấy sự ảnh hưởng đến kết quả hình ảnh của việc bố trí hai nguồn trong đối tượng. Tại các vị trí được thiết kế có sai số tái tạo ảnh lớn hơn so với việc bố trí một nguồn. Khoảng cách giữa hai nguồn sẽ không còn phân biệt được nếu đặt hai nguồn có khoảng cách nhỏ. Tuy nhiên sai số của ảnh tái tạo vẫn còn thấp không quá 15.5%. Các hình ảnh tái tạo giống với nguồn thực tế.

Thiết kế cấu hình mô phỏng có 3 nguồn kích thước 3cm chọn tâm vật thể làm gốc tọa độ đặt nguồn tại các vị trí [(0,5),(-3.5,-3.5),(3.5,-3.5)],[(0,10),(-7,-7),(7,-7)],[(0,15),(-10,-10),(10,-10)].



Hình 8: Hình ảnh tái tạo cấu hình SPECT hình lục giác 3 vị trí nguồn thay đổi

Kết quả tái tạo ảnh từ Hình 8 cho ta thấy chất lượng kém hơn so với một nguồn và hai nguồn rất nhiều. Các nguồn tại các vị trí các nguồn tại (0, 5), (-3.5, -3.5) và (3.5, -3.5) không phân chia rõ ràng vì những nguồn này quá gần các điểm ảnh giả nằm chồng lên nhau tạo thành một vùng các điểm ảnh có giá trị cùng giá trị điểm ảnh tái tạo nguồn thật nên không thể phân ba nguồn trong trường hợp này.

Tuy nhiên các vị trí còn lại cho thấy các khu vực nguồn chính xác. Các vị trí của các pixel hình ảnh có giá trị tái tạo tối đa giống với trung tâm của khu vực nguồn thực tế. Hơn nữa, kích thước nguồn quan sát tương tự như kích thước nguồn thực tế. Các kích thước nguồn được quan sát là 8.2 cm², 7.5 cm² và 7.4 cm² cho nguồn tại (0, 10), (7, 7), và (7, 7). Tương ứng, trong hình ảnh thứ hai 7,5 cm², 6,9 cm² và 7,0 cm² cho nguồn tại (0, 15), (10, 10) và (10, 10), tương ứng, trong hình ảnh thứ ba.

IV. KẾT LUẬN

Đề tài nghiên cứu khoa học và phát triển công nghệ cấp cơ sở “ thiết kế, xây dựng cấu hình chụp ảnh cắt lớp phát xạ đơn photon (SPECT) phục vụ các thí nghiệm đánh dấu nghiên

Commented [b11]: Với sai lệch 16% chắc chắn phải phân biệt được 3 điểm nguồn này. Nhóm tác giả cần phân tích định lượng hơn nữa các kết quả để thấy rõ được điều này.

Commented [C12R11]: Sai lệch 16% tác giả chỉ đề cập trong trường hợp 2 nguồn. Trong trường hợp Thầy đề cập là một trường hợp đặc biệt 3 nguồn nằm gần nhau. Các điểm ảnh giả nằm chồng lên nhau tạo thành một vùng các điểm ảnh có giá trị cùng với điểm ảnh tái tạo nguồn thật nên không thể phân ba nguồn trong trường hợp này.

Trong phản biện Thầy có nói vấn đề thay đổi số tia, số ray và cấu hình. Việc thực hiện mô phỏng mất nhiều thời gian. Nhóm thực hiện đề tài đang tiếp tục mô phỏng cho các trường hợp 12 cạnh thay vì lục giác nhưng chưa có kết quả kịp thời báo cáo trong Hội Nghị.

cứu mô hình dòng chảy” đã nghiên cứu và tiếp kỹ thuật SPECT trong việc xác định nguyên lý tái tạo ảnh và xây dựng cấu hình hình học tối ưu cho đề tài.

Kết quả nghiên cứu đã làm rõ cấu hình SPECT hình lục giác có 36 đầu dò NaI ½ Inch phục vụ thí nghiệm đánh dấu nghiên cứu mô hình dòng chảy có ảnh tái tạo sai số không quá 16% so với nguồn thực tế.

Với mục tiêu là nghiên cứu tiếp cận kỹ thuật SPECT phục vụ hướng nghiên cứu về hình ảnh hạt nhân của Trung tâm Ứng dụng kỹ thuật hạt nhân trong công nghiệp, xây dựng cấu hình thiết bị và phần mềm tái tạo hình ảnh SPECT, kết quả đề tài đã khẳng định khả năng nắm bắt và làm chủ kỹ thuật cũng như khả năng phát triển ứng dụng để phục vụ cho những đối tượng và bài toán cụ thể phục vụ nghiên cứu và sản xuất.

V. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Industrial Process Tomography, IAEA – TECDOC – 1589, May 2008
- [2] Clinical Applications of SPECT/CT: New Hybrid Nuclear Medicine Imaging System, IAEA – TECDOC – 1597, August 2008
- [3] Emission Tomography – The Fundamental of PET and SPECT, Miles N. Wernick, Elsevier, 2004
- [4] SPECT/CT Physical Principles and Attenuation Correction, James A. Patton, J Nucl Med Technol 2008; 36:1–10.
- [5] Báo cáo đề tài CS/10/06-01: Nghiên cứu phát triển kỹ thuật SPECT/CT trên cơ sở thiết bị CT công nghiệp một nguồn – một detector quy mô phòng thí nghiệm.
- [6] Jiang Hsieh. “Computed Tomography principles, design, artifacts, and recent advances”. 2nd Ed, 2009.
- [7] A.C. Kak and M. Slaney. “Principles of computerized tomographic imaging”, 1991.
- [8] Edwin L. Dove, “Notes on Computerized Tomography – Bioimaging Fundamental”, 2003.

**CONSTRUCTION OF SINGLE PHOTON EMISSION COMPUTED TOMOGRAPHY
(SPECT) CONFIGURATION FOR SERVING TESTING FLOW MODELS**

NGUYEN VAN CHUAN, NGUYEN NGOC NHAT ANH, NGUYEN THANH CHAU

Center for Applications of Nuclear Technique in Industry. 01 ĐT723, P12, Da Lat, Lam Dong.

E-mail: office@canti.vn

Abstract: Both Radiotracer technique to collect residence time distribution and Computational Fluid Dynamics to simulate fluid flow for reaction systems requires complex calculation, sometimes it is difficult to interpret results. Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT), which is a nuclear imaging scan that intergrates computed tomography (CT) and a radioactive tracer, is a useful method for visually verifying the results of experiments in studying radiotracer behavous in the reaction systems. Using multiple radioactive probes at a cross - section of the system at which the cross-sectional image of the tracer distribution can be reproduced from the measurement data with an appropriate image-rendering algorithm. The SPECT configuration in this report is studied and selected as the hexagonal configuration. The simulation result of MNCP calculation shows that the error of reproduction image and actual source does not exceed 16%.

Keywords: Industry, SPECT, CT, Tracer, Single Photon Emission Computed Tomography