

ỨNG DỤNG TRÍ TUỆ NHÂN TẠO ĐỂ KHOANH VÙNG CƠ QUAN TRONG XẠ TRỊ

Trần Sỹ Hùng¹, Nguyễn Thu Hà¹, Vũ Trung Hưng^{1*}, Lương Văn Hùng¹,
Lương Thế Oanh¹, Tô Tấn Tài¹, Trần Thị Hải Yến¹
Nguyễn Thị Hồng Minh², Đỗ Thanh Hà²

DOI: 10.38103/jcmhch.2020.66.18

TÓM TẮT

Med-Aid AI Contour là phần mềm ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) để khoanh vùng cơ quan lành trên ảnh chụp cắt lớp. Đây là một công cụ hỗ trợ các bác sỹ ung bướu nhằm giảm thời gian và nâng cao chất lượng vẽ đường bao, với chất lượng ngày càng chính xác hơn theo thời gian.

Mục tiêu: Đánh giá chất lượng của AI Contour và khả năng tự học, tự cải thiện của phần mềm khi số lượng dữ liệu ngày càng nhiều hơn.

Đối tượng và phương pháp nghiên cứu: Các ca ung thư ở vị trí khác nhau bao gồm: vùng đầu, vùng ngực và vùng tiểu khung được sử dụng như dữ liệu đầu vào để phần mềm AI Contour tự học, sau đó đánh giá kết quả contour của phần mềm dựa trên 60 ca bệnh nhân có contour mẫu được vẽ bởi các bác sỹ. Thống kê kết quả khi tăng dần số lượng dữ liệu đầu vào cho vùng tiểu khung từ 125 lên tới 716 bệnh nhân.

Kết quả và bàn luận: AI Contour phiên bản mới nhất cho kết quả đạt yêu cầu trên 80% số đường bao. Cụ thể: vùng đầu 83,02%, vùng ngực 82,69%, vùng tiểu khung 82,04%.

AI Contour cho kết quả tốt dần lên khi tăng dần dữ liệu đầu vào đối với vùng tiểu khung. Cụ thể tỷ lệ đạt yêu cầu tăng từ 52,02% (khi dữ liệu đầu vào là 125 bệnh nhân) lên tới 80,46% (khi dữ liệu đầu vào đạt 716 bệnh nhân).

Từ khóa: AI Contour, Trí tuệ nhân tạo, Vẽ đường bao, Lập kế hoạch điều trị, Cơ quan lành

ABSTRACT

AI CONTOUR - APPLICATION OF AI FOR CONTOURING IN RADIATION THERAPY

Tran Sy Hung¹, Nguyen Thu Ha¹, Vu Trung Hung^{1*}, Luong Van Hung¹,
Luong The Oanh¹, To Tan Tai¹, Tran Thi Hai Yen¹
- Nguyen Thi Hong Minh², Do Thanh Ha²

Med-Aid AI Contour is a software applying artificial intelligence (AI) to contour organs at risk (OAR) base on CT scans. This is a tool to assist oncologists on contouring OAR to reduce time and improve the quality with more accurate quality.

1 MED-AID
2 Đại học Quốc gia Hà Nội

- Ngày nhận bài (Received): 2/10/2020, Ngày phản biện (Revised): 5/11/2020;
- Ngày đăng bài (Accepted): 21/12/2020
- Người phản hồi (Corresponding author): Vũ Trung Hưng
- Email: hung.vu.ps@med-aid.com; ĐT: 0971698811

Ứng dụng trí tuệ nhân tạo để khoanh vùng cơ quan trong xạ trị...

Purpose: Evaluate the quality of AI Contour and the software's self-study and self-improve ability when the amount of input data is increasing.

Materials and Methods: Cases of cancer in different locations include: Head, Chest and Abdominal are used as input data for AI Contour to self-study, and then evaluate contour results based on 60 cases with contour samples reviewed by doctors. Implement statistics of results when input data for Abdominal increasing from 125 up to 716 patients.

Results: The latest version of AI Contour showed results over 80% contours acceptable. Specifically: the Head area 83.02%, the Chest area 82.69%, the Abdominal/Pelvic area 82.41%.

Discussion: AI Contour gives gradual better results when input data increases. For example Abdominal area, the acceptable rate increased from 52.02% (with the input was 125 patients) to 81.22% (with the input was 716 patients).

Key words: AI Contour, AI, Contouring, Treatment planning system, OAR

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong những năm gần đây, việc ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) trong các ngành khoa học, kỹ thuật, công nghệ ngày càng trở nên phổ biến và là một xu hướng tất yếu. Trong y tế, AI cũng giúp bác sỹ nâng cao chất lượng chẩn đoán và điều trị, giảm thời gian cho những công việc có tính lặp đi lặp lại.

Xạ trị ung thư có mục đích đưa liều tối ưu tới khối u đồng thời hạn chế giảm liều đối với các mô lành xung quanh. Trong xạ trị, khoanh vùng cơ quan (contouring) là khâu rất quan trọng của lập kế hoạch xạ trị. Việc khoanh vùng chính xác sẽ giúp đánh giá liều tới các cơ quan lành được tốt hơn. Tuy vậy, việc này chiếm khá nhiều thời gian của bác sỹ trong thực tế do chuỗi ảnh CT có rất nhiều lát cắt và nhiều cơ quan cần sự tỷ mỉ, chi tiết khi vẽ đường bao.

Một số vấn đề thường gặp của Bác sỹ khi vẽ contour các cơ quan lành như sau:

- Công việc lặp đi lặp lại với các bệnh lý ung thư hoặc vùng cơ quan giống nhau;
- Mất khá nhiều thời gian (trung bình 1 bệnh nhân bác sỹ cần dành 30-45 phút);
- Chất lượng không đều do ảnh hưởng bởi yếu tố cảm xúc hoặc do số lượng bệnh nhân tăng lên dẫn tới việc thiếu thời gian cần thiết.

Do đó rất cần có một công cụ để hỗ trợ bác sỹ khoanh vùng cho các mô lành xung quanh với chất lượng tốt, nhất quán và có tốc độ cao. Phần mềm AI Contour có thể giải quyết vấn đề nêu trên và nâng cao chất lượng điều trị bệnh nhân.

Báo cáo này chúng tôi đưa ra các kết quả đã thực hiện trong việc ứng dụng phần mềm AI Contour với các ca bệnh nhân ung thư, và so sánh với các ca thực tế mà bác sỹ vẽ contour tại Bệnh viện ở Việt Nam.

II. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Đối tượng nghiên cứu

Phần mềm AI Contour với lõi là trí tuệ nhân tạo được phát triển theo Phương pháp Machine Learning. Đây là một lĩnh vực của khoa học máy tính, nó có khả năng tự học hỏi dựa trên dữ liệu đưa vào mà không cần phải được lập trình cụ thể. Với Machine Learning mà chúng tôi nghiên cứu giải pháp cho AI Contour là tự học có hướng dẫn, đó là quá trình cung cấp một lượng lớn dữ liệu bao gồm dữ liệu mẫu cho AI và dạy nó nhận biết cách liên kết dữ liệu mẫu với lời giải của vấn đề.

Số lượng dữ liệu cho vào máy học được lựa chọn một cách cẩn thận từ các ca bệnh nhân ung thư ở Việt Nam và Hoa Kỳ. Các dữ liệu này bao quát hầu hết các cơ quan trong cơ thể, bao gồm:

- Vùng Đầu-Cổ (Head): Ung thư Vòm họng, Thanh quản, Não,...
- Ngực (Chest): Ung thư Phổi, Thực quản,...
- Tiểu Khung (Abdominal): Ung thư Tuyến tiền liệt, Cổ tử cung, Trực tràng,...

Dữ liệu nghiên cứu là những bệnh nhân có chất

Bệnh viện Trung ương Huế

lượng ảnh CT tốt, không nhiều chuyển động, các cơ quan lành ít hoặc không bị xâm lấn bởi khối u. Một số bệnh nhân có nhiều ảnh do kim loại hoặc thuốc cản quang cũng được lựa chọn và contour theo chuẩn để AI tự học, nhằm mục đích cải thiện chất lượng contour của AI ở một số bệnh nhân có bất thường tương ứng.

Quá trình thống kê kết quả AI Contour bắt đầu khi cho dữ liệu đầu vào đạt 125 ca bệnh nhân. Sau đó tiếp tục đánh giá độ cải thiện chất lượng của phần mềm khi tăng dần số lượng dữ liệu đầu vào (đặc biệt đối với vùng tiểu khung). Kết quả cuối cùng ghi nhận khi số lượng dữ liệu đạt tới 716 bệnh nhân. Các đường bao của dữ liệu đầu vào được vẽ theo tiêu chuẩn RTOG [5] và đánh giá lại bởi các bác sĩ cộng tác người Mỹ.

Nhóm nghiên cứu đã chuẩn bị 60 ca bệnh nhân dành riêng để đánh giá kết quả AI (dữ liệu này không được cho vào AI để học). Trong số này có 40 ca bệnh nhân người Việt Nam, 20 ca bệnh nhân người Mỹ.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Chỉ số đánh giá đường bao chấp nhận được

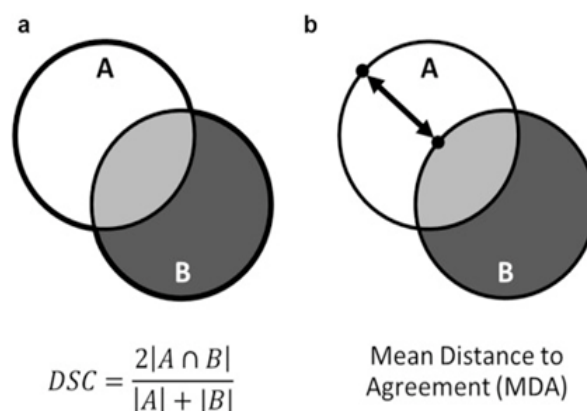
Nhóm nghiên cứu sử dụng tài liệu được khuyến nghị TG-132 [6] để so sánh contour mẫu với contour sinh ra bởi phần mềm AI Contour. Theo khuyến nghị của TG-132 AAPM, 2 chỉ số DSC và MDA sẽ được sử dụng để đánh giá độ trùng khớp của 2 thể tích, cụ thể:

- Dice Similarity Coefficient (DSC) - Hệ số tương tự Dice: Độ chồng lấp thể tích của 2 đường contour trên ảnh. DSC ở đây sẽ bằng 2 lần thương của số phần tử chung của 2 contour chia cho tổng số phần tử của 2 contour. Tỷ lệ chấp nhận trong quá trình nghiên cứu là ≥ 0.85 ;

- Mean Distance to Agreement (MDA) - Khoảng cách trung bình chấp nhận được: Khoảng cách bề mặt trung bình giữa 2 contour chồng chấp trong ảnh. Tỷ lệ chấp nhận được trong quá trình nghiên cứu là 3mm.

Ngoài 2 tiêu chí trong TG-132, nhằm đánh giá chất lượng contour một cách chi tiết hơn, nhóm nghiên cứu bổ sung thêm 2 chỉ số là:

- Max Distance to Agreement: Khoảng cách tối

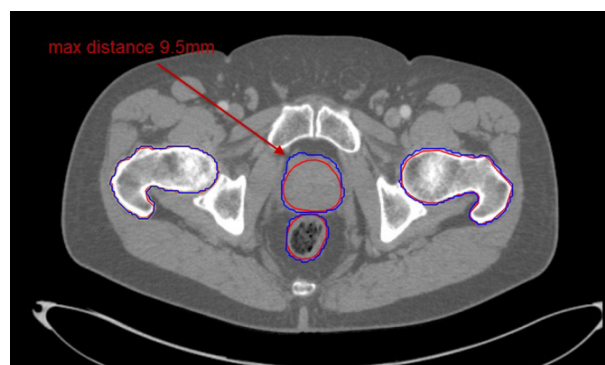


Hình 1. Mô tả cách tính DSC và MDA

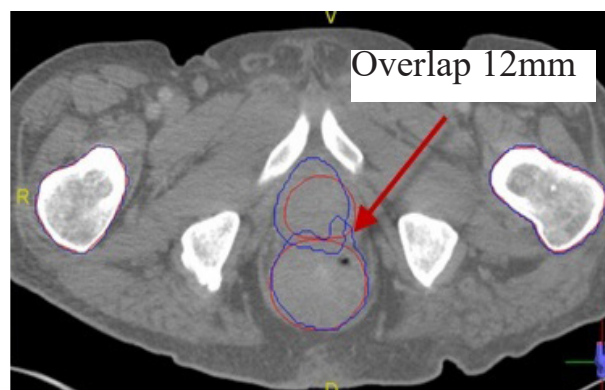
đa chấp nhận được của 2 contour chồng chấp trên 1 slice. Khoảng cách chấp nhận được là $\leq 10\text{mm}$;

- Phần Overlap giữa 2 cơ quan khác nhau có bề rộng lớn nhất không vượt quá 3mm.

Ví dụ minh họa về 2 chỉ số này được thể hiện như hình dưới:



Hình 2: Slice có max distance là 9.5mm chấp nhận được



Hình 3: Slice không được chấp nhận do bề rộng overlap giữa Prostate và Rectum vượt quá 3mm

2.2. Đánh giá và thống kê đối với kết quả sinh ra từ AI Contour

Chạy phần mềm AI Contour trên 60 ca bệnh nhân mẫu có sẵn các contours theo tiêu chuẩn RTOG. Sử dụng công cụ được lập trình sẵn trong phần mềm để so sánh độ chồng khít của contour mẫu và contour sinh ra bởi AI Contour. So sánh đối chiếu dựa theo các chỉ số được đề cập ở trên.

Tiến hành thống kê dựa theo:

- Số lượng Contour chấp nhận được của từng cơ quan;
- Số lượng Contour chấp nhận được trên tổng số Contour.

Thống kê đánh giá kết quả khi số lượng dữ liệu

Case #	Brain (%)	Left Eye (%)	Right Eye (%)	% Contour Pass
Head_001	90.48	75.00	77.78	86.44
Head_002	82.22	80.00	70.00	80.00
Head_003	89.09	90.91	90.91	89.61
Head_004	81.27	75.00	75.00	83.54
Head_005	85.45	75.00	75.00	82.28
Head_006	90.91	61.54	75.00	83.75
Head_007	73.64	62.5	57.69	69.38
Head_008	81.82	80.00	70.00	79.69
Head_009	94.64	66.67	69.23	86.24
Head_010	80.65	75.00	71.43	78.26
Head_011	90.57	72.73	66.67	84.21
Head_012	88.68	45.45	63.64	78.67
Head_013	92.86	58.33	69.23	83.95
Head_014	90.14	81.25	68.75	85.44
Head_015	97.06	81.25	80.00	91.92
Head_016	90.00	75.00	66.67	84.16
Head_017	91.43	70.59	81.25	86.41
Head_018	91.53	85.71	71.43	87.36
Head_019	87.43	70.27	50.00	78.69
Head_020	83.58	60.00	86.67	80.41
Trung bình	87.67	72.11	71.82	83.02

Bảng 1: Kết quả đánh giá vùng Head

Vùng Ngực

Tỷ lệ chấp nhận trung bình trên 20 ca ung thư vùng Ngực là 82.69%. Kết quả cụ thể được thể hiện trong bảng và hình dưới đây:

Case #	Heart (%)	Left Lung (%)	Right Lung (%)	% Contour Pass
Chest_001	71.43	78.13	90.91	88.80
Chest_002	56.25	90.48	90.48	88.59
Chest_003	62.50	84.58	82.22	77.22
Chest_004	45.16	88.57	90.51	73.62
Chest_005	22.32	86.48	58.50	75.18
Chest_006	71.43	83.04	80.17	80.00
Chest_007	70.49	87.64	84.34	83.19
Chest_008	78.13	84.91	87.92	84.86
Chest_009	88.64	86.18	87.76	87.22
Chest_010	75.47	87.23	82.33	83.33
Chest_011	62.22	79.09	85.98	79.01
Chest_012	77.55	86.92	87.04	85.23
Chest_013	70.21	92.94	89.96	88.26
Chest_014	73.47	83.19	92.59	85.19
Chest_015	58.02	89.18	87.44	83.12
Chest_016	66.67	78.97	75.59	75.49
Chest_017	82.80	88.11	83.11	85.14
Chest_018	84.00	80.93	72.67	78.52
Chest_019	92.75	89.95	85.91	88.58
FULL_004	66.67	84.62	87.50	83.24
Trung bình	68.81	85.56	84.15	82.69

Bảng 2: Kết quả đánh giá vùng Chest

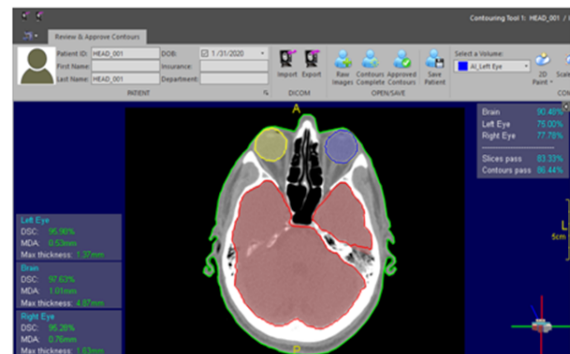
đầu vào ngày càng tăng lên. Kết quả gọi là đạt yêu cầu nếu số lượng contour chấp nhận được trên tổng số contour $\geq 80\%$.

III. KẾT QUẢ

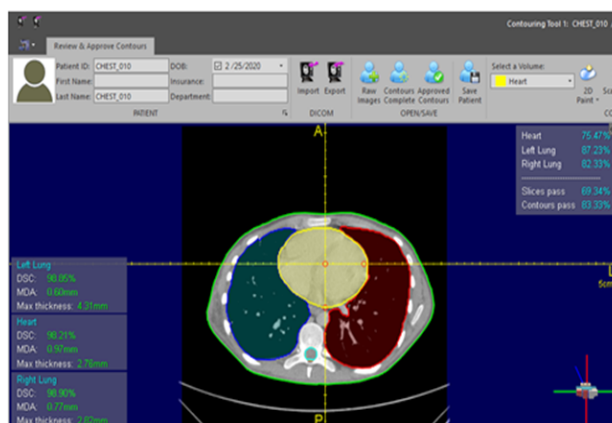
Dữ liệu đánh giá là các chuỗi ảnh CT đã được contour sẵn từ bác sỹ, chất lượng hình ảnh sáng, rõ nét, histogram ổn định, các cơ quan lành không bị hoặc ít bị xâm lấn bởi khối u, không có sự bất thường về các cơ quan.

3.1. Vùng Đầu-Cổ

Tỷ lệ chấp nhận trung bình trên 20 ca ung thư vùng Đầu cổ là 83.02%. Kết quả cụ thể được thể hiện trong bảng và hình dưới đây:



Hình 4: Contour vùng Head sinh ra từ AI Contour so sánh với contour mẫu

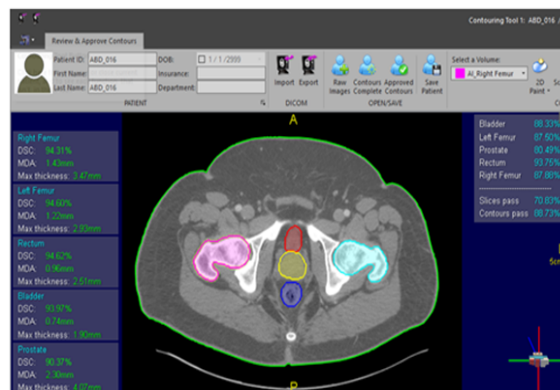


Hình 5: Contour vùng Chest sinh ra từ AI Contour so sánh với contour mẫu

3.2. Vùng Tiểu Khung

Tỷ lệ chấp nhận trung bình trên 20 ca ung thư vùng Tiểu khung là 82.41%. Kết quả cụ thể được thể hiện trong bảng và hình dưới đây:

Case #	Bladder (%)	Left Femur (%)	Prostate (%)	Rectum (%)	Right Femur (%)	% Contour Pass
ABD_011	74.07	95.08	39.02	85.15	95.45	84.81
ABD_012	57.89	89.19	47.83	74.53	98.00	81.75
ABD_013	83.33	94.35	68.97	78.22	95.93	88.07
ABD_014	58.82	90.43	34.48	73.91	81.19	75.71
ABD_015	46.15	76.99	56.82	47.00	77.78	65.22
ABD_016	88.33	87.50	80.49	93.75	87.88	88.73
ABD_017	43.48	90.91	75.00	79.17	93.75	82.67
ABD_018	92.31	86.67	80.00	71.43	93.22	84.65
ABD_019	56.25	90.74	72.73	96.61	90.63	87.91
ABD_020	30.00	88.71	50.00	62.86	88.33	72.64
ABD0855	80.49	96.61	97.06	90.84	98.25	93.84
ABD0856	73.91	97.37	85.71	89.66	97.06	90.58
ABD0857	76.19	94.12	63.64	86.96	100.00	85.56
ABD0858	15.38	100.00	63.64	95.24	100.00	80.49
ABD0859	90.00	82.35	100.00	65.22	93.33	82.43
ABD0860	72.73	100.00	100.00	84.62	100.00	92.39
ABD0861	10.00	88.24	88.89	90.48	94.12	71.43
ABD0863	72.00	100.00	63.64	50.00	100.00	77.88
ABD0842	62.50	83.33	72.73	96.77	92.45	85.96
FULL_004	78.57	88.57	56.25	60.53	87.50	75.56
Trung bình	63.12	91.06	69.85	78.65	93.24	82.41



Bảng 3: Kết quả đánh giá vùng Abdominal

Hình 6: Contour vùng Abdominal sinh ra từ AI Contour so sánh với contour mẫu

Đánh giá sự cải thiện của AI Contour cho Vùng tiểu khung

Vùng tiểu khung là vùng được đánh giá là thách thức cho các phần mềm vẽ contour tự động. Ban đầu khi chúng tôi phát triển phần mềm này, việc đạt được tỷ lệ contour chấp nhận không được như ý muốn. Với dữ liệu đầu vào là 125 bệnh nhân, AI Contour chỉ sinh ra 52.02% số contour đạt yêu cầu. Do vậy, chúng tôi đã bổ sung thêm dữ liệu chuyên cho Vùng tiểu khung để đánh giá khả năng tự học của AI và qua đó nâng cao chất lượng contour cho vùng này. Khi dữ liệu bổ sung đạt 716 bệnh nhân, AI Contour cho kết quả tốt hơn là 81.22%.

Bảng thống kê đánh giá sự cải thiện chất lượng của AI Contour cho Vùng tiểu khung với 10 ca điển hình được thể hiện như bảng dưới:

Kết quả tỷ lệ contour chấp nhận của AI Contour khi bổ sung thêm dữ liệu đầu vào												
SL BN đầu vào Case #	125	197	228	228	328	390	429	476	549	616	674	716
ABD_011	47.86%	54.70%	37.61%	56.88%	62.62%	73.39%	75.23%	79.82%	86.24%	84.40%	84.40%	84.81%
ABD_012	66.34%	71.29%	78.22%	91.09%	80.20%	80.20%	84.16%	82.18%	81.19%	80.20%	81.19%	81.75%
ABD_013	52.38%	62.86%	57.14%	77.14%	64.22%	69.52%	76.19%	70.48%	73.39%	81.82%	77.27%	88.07%
ABD_014	69.89%	60.22%	70.97%	75.27%	78.82%	73.49%	75.90%	78.72%	74.70%	78.49%	76.34%	75.71%
ABD_015	42.05%	15.91%	54.55%	71.59%	79.35%	76.40%	75.28%	71.91%	77.53%	73.03%	75.28%	65.22%
ABD_016	73.68%	75.44%	72.81%	86.84%	75.89%	86.84%	89.47%	92.11%	83.33%	89.47%	79.00%	88.73%
ABD_017	54.55%	46.97%	50.00%	56.45%	68.09%	72.58%	62.90%	56.45%	69.35%	72.58%	75.00%	82.67%
ABD_018	39.44%	83.10%	21.13%	36.62%	71.62%	80.88%	83.82%	88.24%	86.76%	89.71%	88.24%	84.65%
ABD_019	50.00%	71.15%	65.38%	77.19%	98.44%	70.18%	78.95%	91.23%	77.19%	85.71%	83.93%	87.91%
ABD_020	24.00%	18.00%	18.00%	18.00%	30.00%	54.90%	68.63%	66.67%	60.78%	62.00%	60.00%	72.64%
Trung bình	52.02%	55.96%	52.58%	64.71%	70.92%	73.84%	77.05%	77.78%	77.05%	79.74%	78.07%	81.22%

Bảng 4: Sự cải thiện chất lượng của AI Contour khi tăng dữ liệu bệnh nhân đầu vào

IV. BÀN LUẬN

Sau khi thực hiện các sự kiểm tra, so sánh với contour mẫu từ bác sĩ với contour được khoanh vùng tự động bởi AI Contour nhóm nghiên cứu nhận thấy chất lượng contour của cả 3 vùng nghiên cứu đều chấp nhận được với tỷ lệ chấp nhận trung bình trên 82%.

AI Contour với tốc độ xử lý nhanh chỉ từ 30-45 giây trong khi bác sĩ mất từ 30-60 phút/1 bệnh nhân. Điều này giúp tiết kiệm thời gian và công sức cho các bác sĩ. Bác sĩ có thể tập trung vào việc điều trị, chăm sóc và theo dõi bệnh nhân.

Phần mềm AI Contour sẽ ngày càng hoạt động đúng và chính xác khi bổ sung dữ liệu. Chúng tôi đang tích cực phối hợp với các bác sĩ trong nước và quốc tế để có thể bổ sung nhiều dữ liệu cho máy học để nâng cao độ chính xác của AI lên cao hơn nữa. Ngoài ra chúng tôi đang triển khai bổ sung về thêm một số cơ quan mới của vùng Đầu cổ như: Tuyến mang tai, Dây thần kinh thị giác, Thân não... để AI Contour hỗ trợ bác sĩ nhiều hơn.

V. KẾT LUẬN

Báo cáo này đưa ra các kết quả mà chúng tôi đã thực hiện trong việc ứng dụng phần mềm AI Contour để vẽ cơ quan lành ở bệnh nhân ung thư và so sánh kết quả tạo bởi AI Contour với các ca thực tế mà bác sĩ vẽ contour tại bệnh viện ở Việt Nam. Kết quả đã chứng minh rằng, AI Contour không những giúp cho bác sĩ vẽ đường bao chuẩn xác hơn mà còn tiết kiệm được rất nhiều thời gian cho bác sĩ.

Với kết quả hết sức khả quan nêu trên, phần mềm AI Contour đã sẵn sàng sử dụng vào thực tế. Với bệnh viện và trung tâm xạ trị đã được trang bị máy gia tốc tuyến tính, hoàn toàn có thể triển khai ứng dụng phần mềm AI Contour như một công cụ để nâng cao chất lượng điều trị cho bệnh nhân ung thư.

LỜI CẢM ƠN

Chúng tôi xin gửi lời cảm ơn tới ông John Công Nguyễn (hãng Prowess, Mỹ), Dr. Michael Weil (hãng Sirius Medicine, Mỹ), tập thể nhóm nghiên cứu Công ty Med-Aid và Đại học quốc gia Hà Nội đã giúp đỡ chúng tôi hoàn thành đề tài nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. T.B Moeller, E.Reif, Pocket Atlas of Sectional Anatomy Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging, 3rd German edition 2005.
2. Faiz M. Khan, The Physics of Radiation Therapy 4th edition, 2010.
3. William R.Hendee, E.Rusell Ritenour, Medical Imaging Physics 4th edition, 2002.
4. K.S Clifford Chao, Carlos A. Perez & Luther W. Brady, Radiation Oncology: Management Decisions, 2nd edition
5. Trang Web: <https://rtog.org>
6. Report No. 132 - Use of image registration and fusion algorithms and techniques in radiotherapy: Report of the AAPM Radiation Therapy Committee Task Group No. 132 (2017)
7. Trang Web: <https://econtour.org>