

인공지능 지원 의료영상 분할 도구

이명은¹, 양형정^{1,2*}¹전남대학교 초광역 연합 의료 AI 연구센터²전남대학교 인공지능융합학과

myungeun07@gmail.com, hyungjeong@gmail.com

AI-assisted Segmentation Tool for Medical Images

Myungeun Lee¹, Hyung-Jeong Yang^{1,2*}¹Hyper-wide Federated Medical AI Research Center, Chonnam National University²Dept. of Artificial Intelligence Convergence, Chonnam National University

요 약

인공지능 기술이 급속도로 발전하고 있음에도 암환자의 방사선 치료 계획시 종양 경계를 임상 의가 여전히 수동으로 설정하고 있다. 본 연구에서는 2 차원 및 3 차원 의료영상에서 종양 및 정상 조직을 자동으로 분할하고 시각화 해주는 소프트웨어 도구를 소개하고자 한다. 개발된 소프트웨어는 사용자의 개입을 최소화하고, 분할하고자 하는 관심 영역에 따라 파라미터 설정을 달리할 수 있다. 오픈 소프트웨어 3DSlicer 와 종양의 활성, 피사, 부종 영역에 대한 분할 정확성을 DSC(Dice similarity coefficient)로 평가했으며, 비슷하거나 더 우수한 결과를 보였다. 특히, 초기 컨투어 설정부터 최종 분할 마스크 획득까지 처리 시간이 약 36.3% 더 빠른 결과를 보였다. 개발된 의료영상 분할 소프트웨어는 종양 및 정상 조직 분할을 용이하게 하여, 인공지능 지도 학습에 필요로 하는 라벨링 작업을 지원할 수 있을 것으로 사료된다.

1. 서론

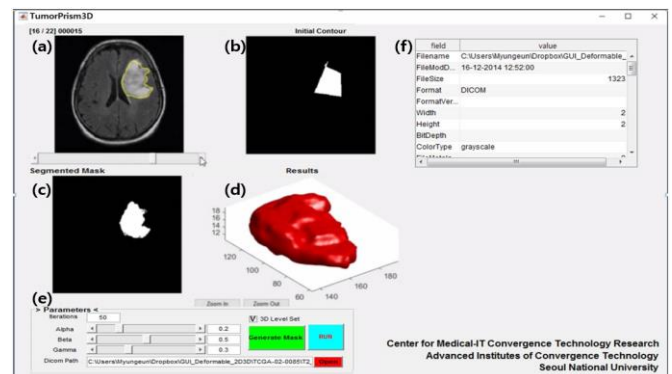
종양 영역을 분할하는 다양한 인공지능 알고리즘들이 많은 연구[1][2][3]를 통해 소개되고 있다. 하지만, 인공지능 모델들이 훈련 데이터에 대해 좋은 결과를 보여주지만, 실제 임상 환경 데이터에서 안좋은 결과가 나올 경우 어떻게 수정해야 결과가 좋아 질 수 있을지 직관적으로 알 수 없기 때문에, 인공지능 기술을 임상에 바로 적용하기 어려운 게 현실이다.

이를 대신하여, 3DSlicer[4], FreeSurfer[5], MIM[6] 등 다양한 오픈 소프트웨어등을 통해 종양 분할을 실시하고 있다. 하지만, 대부분 소프트웨어의 경우 데이터 로딩부터 종양 분할까지의 처리 시간이 오래 소요되는 점과 사용자가 초기 셋팅해야 할 파라미터들이 많다는 단점을 가지고 있다.

따라서, 본 연구에서는 사용자의 개입을 최소화하면서 파라미터 셋팅을 간소화한 소프트웨어를 소개하고자 한다. 개발된 소프트웨어는 초기 사용자 개입부터 종양 분할까지의 처리 시간을 현저하게 줄이면서도 최적의 결과를 획득할 수 있는 소프트웨어이다.

2. 인공지능 지원 소프트웨어 도구

개발된 의료영상 분할 소프트웨어 도구의 기술적인 기본 모델은 활성윤곽모델이 적용되었으며, 알고리즘에 관한 상세한 내용은 본 연구의 저자가 발표 [7]하였다. 따라서, 본 연구에서는 사용자 편의를 제공하는 GUI(Graphical User Interface) 구성 및 동작에 관해 중점을 두고 임상 증례를 통해 개발된 소프트웨어를 평가하고자 한다.



(그림 1) AI-assisted 의료영상 분할 도구

* 교신저자

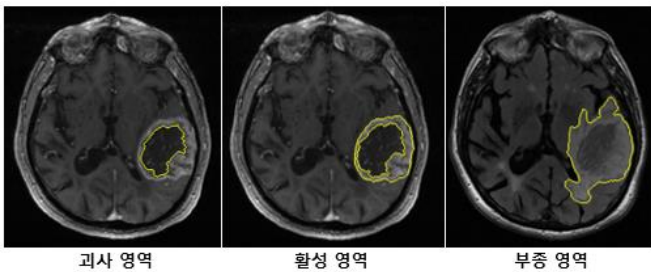
사용자의 개입을 최소화한 의료영상 분할 소프트웨어의 레이아웃은 그림 1 과 같다. 입력 데이터 로딩 결과는 그림 1(a)에 표시되고, 슬라이딩 바를 통해 초기 컨투어를 설정할 대표 슬라이드를 선택한다. 이후, 사용자가 설정한 초기 컨투어는 그림 1(b)에 표시된다. 초기 컨투어 설정 후 실행 버튼을 클릭하면 실제 분할 과정이 시작되며, 최종 분할된 마스크 영상 및 시각화 결과가 그림 1 (c), 1 (d)에 각각 표시된다.

파라미터 설정 부분(그림1(e)) 의 알파(α), 베타(β), 감마(γ) 값은 가중치 값으로 활성윤곽모델 초기 컨투어가 객체에 더 가까이 갈 수 있도록 해주는 역할을 한다. 이는 컨투어의 속도를 제어하면서 알파는 에지부분, 베타는 면적영역, 감마는 관심 영역 주변 노이즈를 스무딩 할 수 있도록 해준다. 세 가중치의 합은 1이며, 각각의 파라미터는 입력 데이터에 따라 조정이 필요할 경우 수정 후 사용할 수 있다. 분할 과정에 사용된 입력 영상 정보는 그림 1(h)에 표시된다.

3. 결과

개발된 소프트웨어의 성능평가를 위해 종양영상아카이브(TCIA, The Cancer Imaging Archive)[8]에서 다운 받은 168 례, UCLA(University of California, Los Angeles) 영상의학과에서 제공받은 23 례 총 191 례의 다형성 교모 세포종(GBM, Glioblastoma Multiforme) MRI 데이터를 사용했다.

각 MRI 는 T1-Pre, T1-Post, Flair 영상으로 구성되며, T1-Pre 영상에서 괴사 영역, T1-Post 영상에서 활성 영역, Flair 영상에서 부종 영역을 개발된 소프트웨어를 이용해 분할했다. 그림 2 는 실험에 사용된 영상 중 UCLA GBM 데이터로부터 분할된 괴사, 활성, 부종 영역이다.



(그림 2) UCLA GBM 데이터 및 분할 결과

개발된 소프트웨어와 3DSlicer 의 분할 성능을 비교한 결과는 표 1 과 같다. 분할 결과의 정확성을 평가하는 DSC(Dice similarity coefficient) 점수는 0.82~0.94 를 달성했으며, TCGA/UCLA 데이터 모두 개발된 소프트웨어를 이용한 결과가 3DSlicer 와 비교했을 때 비

슷하거나 더 우수한 분할 결과를 보였다.

<표 1> 3DSlicer 와 개발된 소프트웨어 간의 분할 정확도 비교(DSC)

소프트웨어 및 데이터 종양 영역	3DSlicer		Proposed SW	
	TCGA	UCLA	TCGA	UCLA
활성 영역	0.82	0.87	0.90	0.92
괴사 영역	0.81	0.84	0.82	0.86
부종 영역	0.84	0.89	0.91	0.94

초기 컨투어 설정부터 최종 분할까지 소요시간을 비교한 결과는 표 2 와 같다. 전체적으로 소요시간이 36.3% 정도 빠름을 확인했다.

<표 2> 3DSlicer 와 개발된 소프트웨어 간의 분할 소요시간 비교(seconds)

소프트웨어 및 데이터 종양 영역	3DSlicer		Proposed SW	
	TCGA	UCLA	TCGA	UCLA
활성 영역	49.66	47.26	17.48	15.17
괴사 영역	36.73	34.77	15.52	13.75
부종 영역	74.64	72.48	31.65	29.04

개발된 소프트웨어는 MATLAB 으로 구현했으며, MATLAB 프로그래밍 경험이 없어도 GUI 를 통해 직관적으로 쉽고 편리하게 누구나 사용할 수 있도록 설계되었다.

4. 결론

개발된 의료영상 분할 소프트웨어는 사용자의 개입을 최소화하며 직관적이고 쉽게 활용 가능한 도구다. 의료영상 특히, 뇌 MRI 데이터에서 정상(백질 및 회백질) 및 비정상(종양) 조직을 기존 소프트웨어 대비 정확하고 빠르게 분할할 수 있었다.

향후 다양한 편집기능을 포함한 업데이트를 고려 중이며, 개발된 소프트웨어를 통해 지도 학습 기반의 인공지능 라벨링 작업을 지원할 수 있을 것이다.

감사의 글

GBM 영상 데이터(UCLA) 제공 및 분할된 결과의 시각적 평가를 진행해 주신 UCLA 영상의학과 Michael Kuo 교수님께 감사드립니다.

Acknowledgement

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 인공지능융합혁신인재양성사업 연구 결과로

수행되었음(IITP-2023-RS-2023-00256629).

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학 ICT 연구센터사업의 연구결과로 수행되었음 (IITP-2024-RS-2024-00437718).

참고문헌

- [1] Mohammad Fardad, Elham M Mianji, Gabriel Muntean, Irina Tal, et. al., A Fast and Effective Graph-Based Resource Allocation and Power Control Scheme in Vehicular Network Slicing, 2022 IEEE International Symposium on Broadband Multimedia Systems and Broadcasting (BMSB), 2022.
- [2] Ramin Ranjbarzadeh, Payam Zarbakhsh, Annalina Caputo, Erfan Tirkolaee, Malika Bendeche, Brain tumor segmentation based on optimized convolutional neural network and improved chimp optimization algorithm. *Computers in Biology and Medicine* 168: 107723, 2024.
- [3] Abbas Kasgari, Ramin Ranjbarzadeh, Annalina Caputo, Soroush B Saadi, Malika Bendeche, Brain Tumor Segmentation Based on Zernike Moments, Enhanced Ant Lion Optimization, and Convolutional Neural Network in MRI Images. *Metaheuristics and Optimization in Computer and Electrical Engineering*, 345–366, 2023.
- [4] 3DSlicer, Available at <http://www.slicer.org>. Accessed 16 March 2024.
- [5] FreeSurfer, Available at <https://surfer.nmr.mgh.harvard.edu/>, Accessed September 2024.
- [6] MIM, Available at <http://www.mimsoftware.com> Accessed 6 December 2023.
- [7] Myungeun Lee, Wanhyun Cho, Sunworl Kim, Soonyoung Park, Jong Hyo Kim "Segmentation of interest region in medical volume images using geometric deformable model" *Computers in Biology and Medicine*, (42)5, pp.523-537, 2012.
- [8] The Cancer Imaging Archive (TCIA). Available at <http://www.cancerimagingarchive.net/>. Accessed Mar. 02, 2023.