

Detection and Segmentation of Tumors in Brain MR Images

Hwunjae Lee^{1,2,*}

¹YUHS-KRIBB Medical Convergence Research Institute, Yonsei University College of Medicine

²Graduate Program of Biomedical Engineering, Yonsei University College of Medicine

Received: October 09, 2024. Revised: November 27, 2024. Accepted: November 30, 2024.

ABSTRACT

Brain tumors arise from various complex factors, including genetic, environmental, immunological, and biochemical influences. They can be classified as primary or metastatic, differing in their origin and location. Brain tumors significantly impact the quality of life, leading to symptoms such as headaches, seizures, cognitive decline, and motor function impairment, depending on the tumor's size and location. Early diagnosis of brain tumors is crucial for improving quality of life. Timely detection allows for prompt treatment initiation, which can prevent tumor growth and the worsening of symptoms. Diagnosis typically involves neurological examinations, imaging examinations, tissue biopsies, and blood tests. In particular, MRI provides high-resolution images of the brain's detailed structure, clearly depicting the location, size, shape, and surrounding tissues of the tumor. This study proposes a method for detecting and segmenting brain tumors in MRI images, utilizing a dataset constructed for this purpose, named "BrainTumors_1.0.zip." Experimental results demonstrate that filtering the input images enhances image quality and enables accurate tumor detection. Future research will focus on enhancing algorithm generalization, diversifying the dataset, developing automated methodologies, and assessing clinical utility to establish an effective tool for the diagnosis and treatment of brain tumors.

Keywords: Brain tumor, Brain MRI, Image processing, Brain tumor segmentation, Brain tumor detection

I. INTRODUCTION

뇌종양은 유전적, 환경적, 면역학적, 생화학적 요인 등 여러 복합적인 요인들에 의해 발병한다^[1]. 뇌종양은 원발성과 전이성으로 구분되며, 두 가지는 발생 위치와 원인에서 차이를 보인다^[2]. 원발성 뇌종양은 뇌 내 세포나 조직에서 직접 발생하며, 교모세포종, 수막종, 신경교종 등이 포함된다. 이러한 종양은 특정 세포 유형에서 발생하고, 대개 뇌의 특정 위치에 국한되는 경향이 있다^[3]. 반면, 전이성 뇌종양은 다른 부위에서 발생한 암세포가 혈류를 통해 뇌로 전이되어 형성된 종양이다. 일반적으로 폐암, 유방암, 피부암(흑색종) 등이 원인이 된다. 전이성 종양은 여러 위치에서 발생할 수 있으며, 다

양한 형태로 나타난다^[4]. 이 두 종양은 세포의 형태와 구조에서 차이를 보이며 병리학적 검사를 통해 구분할 수 있다^[4].

뇌종양은 삶의 질에 심각한 영향을 미친다. 종양의 위치와 크기에 따라 두통, 발작, 인지 기능 저하 및 운동 능력의 장애가 발생할 수 있다. 이러한 증상은 일상생활에서 감정적 스트레스와 불안을 유발하게 한다. 또한 치료과정에서의 부작용이나 회복의 어려움이 환자와 가족의 심리적, 사회적 상황에 부정적인 영향을 미친다. 결국 뇌종양은 신체적, 정신적, 사회적 측면에서 삶의 질을 저하시킨다^[5].

뇌종양의 진단은 신경학적 검사, 영상 검사, 조직 검사 및 혈액 검사를 통해 이루어진다.

특히 MRI는 비침습적이며, 빠르고 정확한 진단

* Corresponding Author: Hwunjae Lee

E-mail: hjlee7@yuhs.ac

Tel: +82-01-9234-9058

을 가능하게 해 주어 뇌종양 발견과 관리에서 중요한 도구로 자리 잡고 있다^[6].

본 논문에서는 뇌종양이 있는 MR영상에서 뇌종양 부위를 탐지하고 분할하는 방법을 제안한다. 이 방법은 종양의 크기 평가, 치료 반응 모니터링 및 수술 계획 수립에 도움을 주어, 궁극적으로 임상 의사결정을 향상시키는 데 기여할 것으로 기대된다.

II. MATERIAL AND METHODS

1. 데이터 세트

본 연구에 사용된 데이터 세트는 원발성 뇌종양인 신경교종 51개, 상피세포종 54개, 수막종 50개, 슈반종 52개, 뇌하수체선종 56개로 총 263개의 영상으로 구성하였다. 구성된 이미지는 NEJM^[7], auntminnie^[8], Springer^[9], Medscape^[10], Radiology cases^[11], radiopaedia^[12] 등에서 Labling되어 있는 영상을 “BrainTumors_1.0.zip”으로 구축하였다. Fig. 1부터 Fig. 5는 구축된 데이터 세트 “BrainTumors_1.0.zip”에 있는 종양별 영상의 일부를 나타낸 것이다.

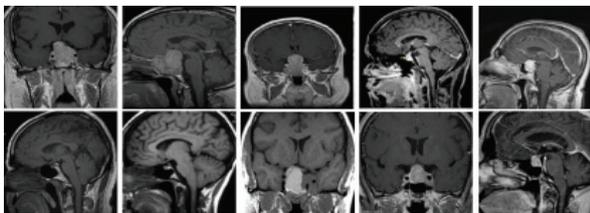


Fig. 1. A part of adenoma images in brain MRI.

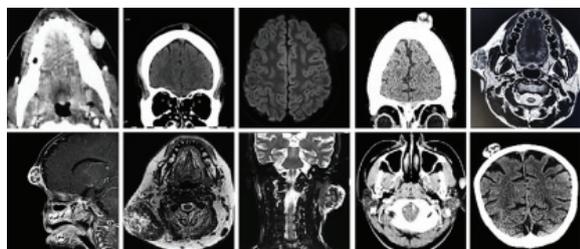


Fig. 2. A part of epithelioma images in brain MRI.

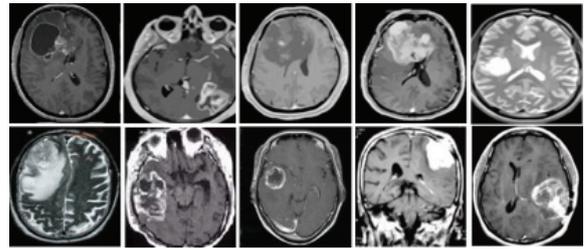


Fig. 3. A part of glioblastoma images in brain MRI.

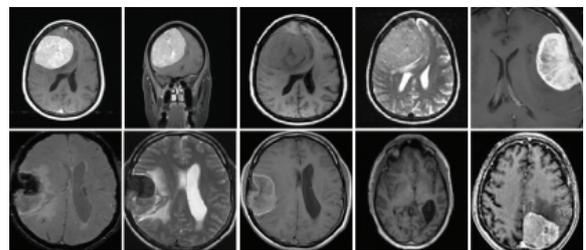


Fig. 4. A part of meningioma images in brain MRI.

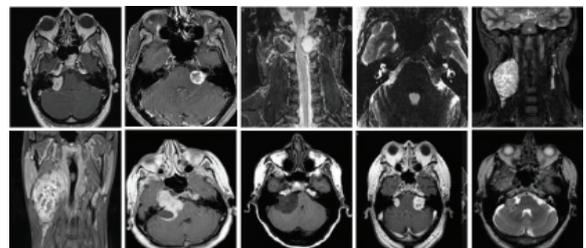


Fig. 5. A part of schwannoma images in brain MRI.

2. MATLAB을 이용한 영상 처리

MATLAB의 Image Processing Toolbox는 영상 분석, 처리 및 시각화에 강력한 도구를 제공한다. Image Processing Toolbox에는 필터링, 변환, 분할, 특징 추출과 같은 다양한 기능을 지원하는 함수(Fnction)를 내포하고 있다. 사용자는 직관적인 인터페이스와 강력한 수치 계산 기능을 활용하여 복잡한 알고리즘을 구현할 수 있다. 또한, MATLAB의 그래픽 기능을 통해 결과를 쉽게 시각화하고 분석할 수 있어 연구 및 산업 분야에서 널리 사용되고 있다. 이러한 기능들은 의료 영상, 위성 이미지

분석, 산업 검사 등 다양한 응용 분야에서 유용하게 활용되고 있다^[13]. 의료영상 분야에서 MATLAB은 MRI, CT, X-ray 등의 이미지를 분석하여 종양 탐지, 병변 분할 및 진단 지원에 활용되고 있다. 또한 MATLAB은 심장 및 뇌 혈관 영상의 흐름 분석, 3D 재구성, 수술 계획 수립에서도 사용된다.

MATLAB의 강력한 알고리즘 구현 및 시각화 도구는 연구자들이 데이터 분석을 효율적으로 수행할 수 있게 도와주며, 인공지능 기반의 영상 분석 및 예측 모델 개발에도 널리 활용되고 있다. 이를 통해 진단의 정확성을 높이고 환자 맞춤형 치료를 지원하는 데 기여하고 있다^[14]. MATLAB에서 의료 영상의 종양 탐지와 분할은 영상 처리 알고리즘을 활용하여 이루어진다. 주로 MRI, CT 영상에서 종양을 효과적으로 식별하고 구분하는 데 사용된다. 필터링, 경계선 검출, 임계값 처리 등의 기법을 통해 종양의 경계를 정밀하게 추출할 수 있다. 특히, MATLAB의 Image Processing Toolbox는 머신러닝 및 딥러닝 기법을 통합하여 자동화된 종양 탐지와 분할을 가능하게 한다^[14].

3. Matlab M-Programming

MATLAB의 Image Processing Toolbox를 이용한 M-Programming은 스크립트와 함수를 작성하여 다양한 작업을 자동화하는 방식이다. M-파일은 .m 확장자를 가지며, 순차적으로 실행되는 코드 블록으로 구성된다^[15].

본 연구에서는 다음과 같은 코드 블록으로 프로그램밍하였다. 입력 및 영상 로드 단계에서 사용자가 JPEG, BMP, PNG 영상을 선택하면 해당 영상 경로를 가져오고 영상을 로드한다. imshow(s) 함수를 사용하여 로드한 영상을 화면에 표시한다. 필터링 단계에서는 Anisotropic Diffusion을 사용하여 노이즈를 줄이며, 필터링된 영상은 256 x 256으로 조정하고, 컬러 영상인 경우 회색조로 변환한다. 임계값 처리 입력에서는 영상을 이진화하여 종양과 배경을 구분한다. 형태학적 작업에서는 이진 영상에서 레이블링을 수행하고, 각 객체의 특성을 계산하여 종양을 추정한다. 경계 상자 그리기 단계에서는 종양으로 식별된 부분에 경계 상자를 그리게 한다.

종양 윤곽선 추출 단계에서는 종양의 윤곽선을 얻기 위해 침식 작업을 수행하고, 원본 영상에 윤곽선 삽입 단계에서는 원본 영상에 종양의 윤곽선을 붉은색으로 표시하게 한다. Anisotropic Diffusion 함수는 영상 필터링을 위한 함수로, 주어진 매개변수를 사용하여 영상을 반복적으로 업데이트한다. 이 프로그램은 영상 처리 기술을 사용하여 종양을 탐지하고 시각화하는 전반적인 과정을 보여준다. 각 단계는 영상의 품질을 향상시키고 종양 부위를 탐지하고 분할 할 수 있게 한다.

III. EXPERIMENT AND RESULT

뇌종양 MR 영상에서 종양 부위 탐지와 분할을 위한 실험은 Fig. 6과 같은 단계로 수행하였다. 실험은 GPU가 장착된 PC에서 MATLAB 버전: 9.10.0.1649659 (R2021a)을 사용하여 실험하였다.

실험에 사용한 데이터 세트는 실험을 위하여 구축한 "BrainTumors_1.0.zip"을 사용하였다.

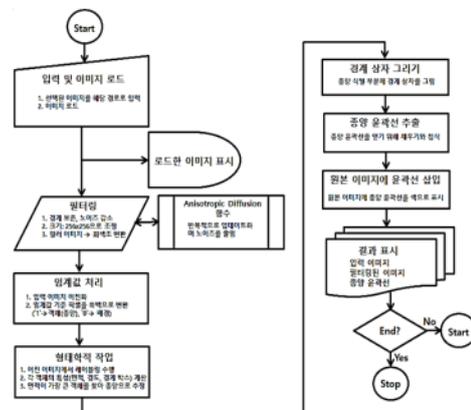


Fig. 6. Experimental Flow Chart.

프로그램을 실행하여 데이터세트에 있는 영상을 PC의 실험 폴더에 "Adenoma", "Epithelioma", "Glioblastoma", "Meningioma", "Schwannoma"로 폴더를 생성한 후 영상을 로드하였다.

'imshow(s)' 함수를 사용하여 로드한 영상의 일부를 화면에 표시하였다.

함수 Anisotropic Diffusion을 사용하여 노이즈를 줄였다. 이 과정에서는 영상의 경계를 보존하고 평탄한 영역에서 노이즈를 감소 시켰다. 필터링 영상

은 크기를 256 X 256으로 조정하고 컬러영상은 회색조로 변환하였다. 이 단계까지가 분할을 위한 전처리였다.

실험에 이용된 각 질환별 영상의 필터링 결과를 Table 1에 나타낸다.

Table. 1. Filtering results of brain tumor images

Tumor	Image	Sectional plane of the input image		
		Axial	Coronal	Sagittal
Adenoma				
Epithelioma				
Glioblastoma				
Meningioma				
Schwannoma				

256 X 256으로 크기를 조절한 영상을 회색조로 변환한 후 이진화하였다. 설정한 임계값 변수 ‘th’를 기준으로 영상 각각의 픽셀을 ‘1’과 ‘0’으로 변환하였다. ‘1’은 종양 객체를 ‘0’은 배경을 나타낸다. 이 과정에서 실험 영상 별로 ‘th’ 값을 매뉴얼로 조절하여 임계값을 설정하였다. 이진 영상의 레이블링을 수행하고, 각 객체의 특성인 면적, 정도, 경계 박스를 계산하였다. 그리고 면적이 가장 큰 객체를 종양으로 추정하여 식별하였다. 그리고 종양으로 식별된 부분에 경계선 상자를 그린 후 윤곽선을 얻기 위해 채우기와 침식작업을 하였다. 그 후 원본인 입력 영상에 종양의 윤곽선을 표시하였다.

실험결과는 정확한 종양의 탐지와 시각화를 할 수 있음을 보여 주었다. 이 결과는 필터링을 통한

영상의 품질향상과 임상현장에서 종양을 정확하게 식별하는 데 기여하여 뇌종양의 진단과 치료에 기여할 수 있을 것이다.

전체 질환 별 대표적인 실험결과를 Table 2에 나타낸다.

Table 2. Experimental results of axial images for each tumor

Tumor	Result	Bounding Box	Tumor Outline	Detected Tumor
Adenoma				
Epithelioma				
Glioblastoma				
Meningioma				
Schwannoma				

IV. DISCUSSION

MRI 영상에서 뇌종양을 탐지하고 분할하는 방법은 종양의 크기 평가, 치료 반응 모니터링 및 수술 계획 수립에 도움을 주어 임상 의사결정을 향상시킬 것으로 기대된다^[16]. 본 논문에서는 뇌종양 MRI에서 필터링을 통한 영상의 품질향상과 종양 부위를 탐지하고 분할하는 방법을 연구하였다. MRI 영상에서 뇌종양의 분할 및 탐지에 관한 연구는 다른 연구자들에 의해서도 많은 시도가 있었다. 본 연구의 우수성을 비교하기 위하여 다른 선행 연구들의 결과를 살펴보았다. Milica M. Badža(2021) 등은 "Segmentation of Brain Tumors from MRI Images Using Convolutional Autoencoder" 논문에서 의미 분

할을 기반으로 하는 뇌종양 분할을 위한 새로운 합성곱 신경 자동 인코더를 제시하였다. 실험 결과를 통해 기존 방법 대비 높은 정확도를 보였으며, 임상적 적용 가능성을 강조하였다. 그러나 입력한 영상을 처리하여 분할하는 것이 아니라 데이터세트 자체를 훈련하고 분할하는 것에 머무르며 원본 영상에 뇌종양 영역을 매핑하지는 않았다^[17]. Parvathy Jyothi(2022) 등은 "Deep learning models and traditional automated techniques for brain tumor segmentation in MRI: a review" 논문에서 리뷰는 MRI 기반 뇌종양 분할 기술의 다양한 접근 방식을 다루며, 주요 문제점과 한계를 심도 있게 분석한다. 이 논문에서는 뇌 MRI의 정량적 분석을 위한 딥러닝 기반 분할 모델에 대한 개요를 제공하였다^[18]. Sarmad Maqsood(2022) 등은 "Multi-Modal Brain Tumor Detection Using Deep Neural Network and Multiclass SVM"에서 뇌종양 탐지 및 분류 방법이 제시하였다. 실험을 통해 뇌종양 탐지 및 분류 방법은 시각적으로나 정량적으로 다른 방법보다 성능이 뛰어나 각각 97.47% 및 98.92%의 정확도를 달성하였으나 실험대상이 정형화된 뇌막종, 신경교종 및 뇌하수체 영상에 한정되었고 모달리티별, 스캔 방향 별로 차이가 있는 영상을 혼합실험을 하지 않았다^[19]. AM Mostafa(2023) 등은 "Brain tumor segmentation using deep learning on MRI images"에서 하이브리드 딥러닝 모델을 사용하여 MRI에서 뇌종양을 분할하는 연구로, 두 가지 이상의 신경망 아키텍처를 결합하여 성능을 극대화하였다. 결과적으로, 기존 연구보다 높은 정확도를 달성하였으며, 복잡한 종양 구조를 보다 잘 탐지하는 데 기여하였다. 그러나 입력영상 별로 영상을 분할하고 탐지하는 방법에서 본 연구와 차이가 있었다^[20]. 이러한 선행 연구들은 뇌종양 탐지 및 분할을 위한 다양한 기법과 접근 방식을 제시하며, 각 연구가 나름의 특성과 장점을 갖고 있다. 특히 딥러닝 기반의 자동화된 방법들이 특히 주목받고 있으며, 이는 MRI 영상에서의 종양 식별과 분할을 더욱 정확하고 효율적으로 수행할 수 있게 해줄 수 있을 것이다. 그러나 본 연구처럼 원하는 영상을 입력하여 분할하고 탐지하여 원본 영상에 매핑하는 방법이 업무의 단순화와 치료의 개별화에 유리한 방법으로 판단

된다. 그러나 본 연구는 몇 가지 제한점이 존재하며, 향후 연구에서 이를 보완해야 한다. 첫째, 데이터 세트의 다양성이 부족하다는 점이다. 본 연구에서 사용된 데이터는 특정 유형의 뇌종양에 한정되어 있어, 다양한 형태와 크기의 뇌종양을 포함하는 보다 포괄적인 데이터 세트를 구축하는 것이 필요하다. 둘째, 알고리즘의 일반화 능력에 대한 검증이 부족하다. 다양한 환자 군에서의 적용을 통해 알고리즘의 신뢰성과 효용성을 높이는 연구가 이루어져야 한다. 향후 연구에서는 실제 임상 환경에서의 데이터와 비교하여 알고리즘의 성능을 평가하고, 그 결과를 기반으로 알고리즘을 개선할 수 있는 방향으로 나아가야 할 것이다. 셋째, 본 연구에서 제안한 방법은 매뉴얼 작업을 통한 영상의 입력과 임계값 설정을 요구한다. 향후 연구에서는 자동화된 프로세스를 구축하여 간편하게 활용될 수 있도록 할 필요가 있다. 마지막으로, 환자와 의료진 간의 상호작용 및 의사결정 과정에서의 임상적 유용성에 대한 연구도 필요하다. 뇌종양 진단에서의 인공지능의 역할은 점점 증가하고 있으므로, 이런 기술이 실제 임상에 어떻게 통합될 수 있는지 연구하는 것이 중요하다.

V. CONCLUSIONS

본 연구에서는 뇌종양 MRI 영상에서 뇌종양 부위를 탐지하고 분할하는 방안을 제안하였다.

제안된 방법의 실험은 미리 구축한 데이터 세트인 "BrainTumors_1.0.zip"를 이용하였다.

전처리로 Anisotropic Diffusion을 사용하여 영상의 경계를 보존하고 평탄한 영역에서 노이즈를 감소시켰다. 필터링된 영상은 크기를 256 X 256으로 조정하였고 컬러영상을 회색조로 변환하였다.

설정된 임계값 변수 'th'를 기준으로 영상 각각의 픽셀을 종양 객체는 '1'로 배경은 '0'으로 변환하였다. 이진 영상의 레이블링을 수행하고, 각 객체의 특성인 면적, 경도, 경계 박스를 계산하였다. 그리고 면적이 가장 큰 객체를 종양으로 추정하여 식별하였다.

종양으로 식별된 부분에 경계선 상자를 그린 후 윤곽선을 얻기 위해 채우기와 침식작업을 하였다.

그 후 원본인 입력 영상에 종양의 윤곽선을 표시하였다.

실험 결과, 입력 영상의 필터링을 통해 영상 품질을 개선하고, 정확한 종양 식별이 가능함을 확인하였다.

향후 연구에서는 알고리즘의 일반화, 데이터 세트의 다양화, 자동화된 방법론 개발, 그리고 임상적 유용성을 검토하여 뇌종양 진단과 치료에 효과적인 도구가 될 수 있도록 발전시키는 것이다.

Acknowledgement

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(Grant number_RS-2023-00248763).

Reference

- [1] J. H. Sampson, M. D. Gunn, P. E. Fecci, D. M. Ashley, "Brain immunology and immunotherapy in brain tumours", *Nature Reviews Cancer*, Vol. 20, No 1, pp. 12-25, 2020.
<http://dx.doi.org/10.1038/s41568-019-0224-7>
- [2] K. M. Reilly, "Brain Tumor Susceptibility: the Role of Genetic Factors and Uses of Mouse Models to Unravel Risk", *Brain Pathology*, Vol. 19, No. 1, pp. 121-131, 2009.
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1750-3639.2008.00236.x>
- [3] S. Li, C. Wang, J. Chen, Y. Lan, W. Zhang, Z. Kang, Y. Zheng, R. Zhang, J. Yu, W. Li, "Signaling pathways in brain tumors and therapeutic interventions", *Signal Transduction and Targeted Therapy*, Vol. 8, No. 1, 2023.
<http://dx.doi.org/10.1038/s41392-022-01260-z>
- [4] T. N. Seyfried1, L. C. Huysentruyt, "On the Origin of Cancer Metastasis", *Critical Reviews™ in Oncogenesis*, Vol. 18, No. 1-2, pp. 43-73, 2013.
<https://doi.org/10.1615/critrevoncog.v18.i1-2.40>
- [5] R. Liu, M. Page, K. Solheim, S. Fox, S. M. Chang, "Quality of life in adults with brain tumors: Current knowledge and future directions", *Neuro-Oncology*, Vol. 11, No. 3, pp. 330-339, 2009.
<https://doi.org/10.1215/15228517-2008-093>
- [6] G. Thenuwara, J. Curtin, F. Tian, "Advances in diagnostic tools and therapeutic approaches for gliomas: a comprehensive review", *Sensors*, Vol. 23, No. 24, pp. 9842, 2023.
<http://dx.doi.org/10.3390/s23249842>
- [7] NEJM, URL;
<https://www.nejm.org/image-challenge?startPage=1>
- [8] auntminnie, URL; <https://my.auntminnie.com/cases/>
- [9] springer, URL; H. H. Sultan, N. M. Salem, W. Al-Atabany, "Multi-Classification of Brain Tumor Images Using Deep Neural Network", *IEEE Access*, Vol. 7, pp. 69215-69225, 2019.
<http://dx.doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2919122>
- [10] medscape, URL;
https://emedicine.medscape.com/article/779664-overview?_gl=1*1otq4tg*_gl*_au*MTczMTA0NTk1NC4xNzMxOTAzNjAw&form=fpf
- [11] Radiology cases, URL; Gaillard F, Sharma R, Spires R, et al., "Brain tumors", *Radiopaedia*, 2024.
<https://doi.org/10.53347/rID-4986>
- [12] Radiopaedia, URL; Smith D, Sharma R, Bell D, et al. "Intracranial tumors (summary)", *Radiopaedia*, 2024. <https://doi.org/10.53347/rID-34338>
- [13] data-visualization, URL;
<https://kr.mathworks.com/discovery/data-visualization.html>
- [14] L. Li, W. Ding, L. Huang, Xi. Zhuang, V. Grau, "Multi-modality cardiac image computing: A survey", *Medical Image Analysis*, Vol. 88, No. 102869, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.media.2023.102869>
- [15] MATLAB®, The Language of Technical Computing, From:https://www.mn.uio.no/astro/english/services/it/help/mathematics/matlab/matlab_prog.pdf
- [16] M. Martucci, R. Russo, F. Schimperia, G. D'Apolito, M. Panfilì, A. Grimaldi, "Magnetic Resonance Imaging of Primary Adult Brain Tumors: State of the Art and Future Perspectives", *Biomedicines*, Vol. 11, No. 2, pp. 364, 2023.
<https://doi.org/10.3390/biomedicines11020364>
- [17] M. M. Badža, M. Č. Barjaktarović, "Segmentation of Brain Tumors from MRI Images Using Convolutional Autoencoder", *Applied Sciences*, Vol. 11, No. 9, 2021. <https://doi.org/10.3390/app11094317>

- [18] P. Jyothi, A. R. Singh, "Deep learning models and traditional automated techniques for brain tumor segmentation in MRI: a review", *Artificial Intelligence Review*, Vol. 56, pp. 2923-2969 2023. <https://doi.org/10.1007/s10462-022-10245-x>
- [19] S. Maqsood, R. Damaševičius, R. Maskeliūnas, "Multi-Modal Brain Tumor Detection Using Deep Neural Network and Multiclass SVM", *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, Vol. 58, No. 8, pp. 1090, 2022. <https://doi.org/10.3390/medicina58081090>
- [20] A. M. Mostafa, M. Zakariah, E. A. Aldakheel, "Brain tumor segmentation using deep learning on MRI images", *Diagnostics*, Vol. 13, No. 9, 1562, 2023. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13091562>

뇌 MR 영상에서 종양의 검출과 분할

이훈재^{1,2,*}

¹연세대학교 의과대학 연의-생공연 메디컬융합연구소

²연세대학교 의과대학 생체공학협동과정

요 약

뇌종양은 유전적, 환경적, 면역학적, 생화학적 요인을 포함한 다양한 복합적인 요인에서 발생한다. 뇌종양은 원발성과 전이성으로 분류되며, 이들은 발생 원인과 위치에서 차이를 보인다. 뇌종양은 삶의 질에 상당한 영향을 미치며, 종양의 크기와 위치에 따라 두통, 발작, 인지 기능 저하, 운동 기능 장애와 같은 증상이 나타날 수 있다. 뇌종양의 조기 진단은 삶의 질을 향상시키는 데 매우 중요하다. 적시의 발견은 신속한 치료를 가능하게 하여 종양의 성장과 증상의 악화를 예방할 수 있다. 진단 과정은 일반적으로 신경학적 검사, 영상 검사, 조직 검사, 혈액 검사를 포함한다. 특히, MRI는 뇌의 상세한 구조를 고해상도로 제공하여 종양의 위치, 크기, 형태 및 주변 조직을 명확하게 나타낸다. 본 연구에서는 MRI 영상에서 뇌종양을 탐지하고 분할하는 방법을 제안하며, 이를 위해 "BrainTumors_1.0.zip"이라는 이름의 데이터 세트를 구축하였다. 실험 결과는 입력 영상을 필터링함으로써 이미지 품질을 향상시키고 정확한 종양 탐지를 가능하게 함을 보여주었다. 향후 연구는 알고리즘의 일반화, 데이터 세트의 다양화, 자동화된 방법론 개발, 그리고 임상적 유용성을 평가하여 뇌종양 진단과 치료를 위한 도구로 확립하는 것이다.

중심단어: 뇌종양, 뇌 자기공명영상, 영상처리, 뇌종양 분할, 뇌종양 탐지

연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(단독저자)	이훈재	YUHS-KRIBB 의과대학 융합연구원, 연세대학교 의과대학 연세대학교 의과대학 의용생체공학 대학원 프로그램	연구조교수