

الجزائرية الديمقراطية الشعبية الجمهورية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة العليا للإعلام الآلي - 08 ماي 1945 - بسيدي بلعباس
Ecole Supérieure en Informatique
Mai 1945- Sidi Bel Abbès 08-



Mémoire de Fin d'étude

En Vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état

Filière : Informatique

Spécialité : Intelligence Artificielle et Science des Données(IASD)

Thème

Advanced Brain Tumor Segmentation : A Deep Learning-Based Approach for Augmented Reality Visualization and Interaction in Medical Imaging

Présenté par : Meriem khedir

Soutenue le : 24/06/2024

Devant le jury composé de :

- Dr. Chaib Souleymane
- Dr. Nassima Dif
- Dr. Taouli Amina :
- Dr. Kahina Amara.
- Dr. Mohamed Amine Guerroudji

Président
Encadreur
Examinatrice
Co-Encadreur
Co-Encadreur

Année Universitaire : 2023 / 2024

Summary

Brain cancer is a critical and life-threatening condition that requires precise diagnosis and treatment planning. Accurate identification and localization of brain tumors are essential for effective intervention.

This project explores the integration of artificial intelligence (AI) for brain MRI tumor segmentation with augmented reality (AR) to provide enhanced 3D visualization and interaction. The primary goal is to develop a robust system that processes MRI images, generates accurate 3D segmentation masks using AI, and offers an interactive, semi-immersive AR experience for medical professionals.

To achieve this, we trained two state-of-the-art deep learning networks: a 3D U-Net with residual blocks and a 3D Attention U-Net. These models were trained on the BraTS2021 dataset. Our rigorous training and validation process resulted in Dice scores of 0.887 on the validation set and 0.891 on the test set.

The AR component of our system enhances the utility of these AI-generated segmentation masks by allowing users to visualize and interact with the 3D brain and tumor models in a semi-immersive environment. This functionality enables neurologists and surgeons to better understand tumor morphology and localization, thereby improving surgical planning and intervention strategies.

KeyWords: Brain Cancer, Medical image segmentation , BraTS2021 Dataset, 3D Attention U-Net, 3D U-net, Augmented Reality, Semi-Immersive Environment, Visualization and Interaction .

ملخص

سرطان الدماغ هو حالة خطيرة وتهدد الحياة تتطلب تشخيصاً وتخطيطاً دقيقاً للعلاج. يعد تحديد موضع أورام الدماغ بدقة أمراً حاسماً للتدخل الفعال. يستكشف هذا المشروع دمج الذكاء الاصطناعي (AI) لتجزئة أورام الدماغ في صور الرنين المغناطيسي (MRI) مع الواقع المعزز (AR) لتوفير تصور ثلاثي الأبعاد. الهدف الرئيسي هو تطوير نظام قوي يعالج صور الرنين المغناطيسي، وينتج أقنعة تجزئة ثلاثية الأبعاد دقيقة باستخدام الذكاء الاصطناعي، ويوفر تجربة واقع معزز تفاعلية وشبه غامرة للمهنيين الطبيين.

لتحقيق ذلك، قمنا بتدريب شبكتين حديثتين للتعلم العميق: 3D U-Net و 3D Attention U-Net. تم تدريب هذه النماذج على مجموعة بيانات BraTS2021. أسفرت عملية التدريب والتحقق الصارمة لدينا عن درجات Dice بلغت 0.887 على مجموعة التحقق و 0.891 على مجموعة الاختبار. يعزز مكون الواقع المعزز في نظامنا من فائدة هذه الأقنعة المولدة بواسطة الذكاء الاصطناعي من خلال السماح للمستخدمين بالتصور والتفاعل مع نماذج الدماغ والورم ثلاثية الأبعاد في بيئة شبه غامرة. تُمكن هذه الوظيفة أطباء الأعصاب والجراحين من فهم أفضل لتشكل الورم وموقعه، مما يحسن تخطيط التدخلات الجراحية واستراتيجياتها.

الكلمات المفتاحية: سرطان الدماغ، تقسيم الصور الطبية، مجموعة بيانات BraTS2021 ، 3D Attention U-Net ، U-Net ، 3D ، الواقع المعزز، بيئة شبه غامرة، التصور والتفاعل.

Résumé

Le cancer du cerveau est une condition critique et potentiellement mortelle qui nécessite un diagnostic précoce et une planification du traitement. L'identification et la localisation précises des tumeurs cérébrales sont essentielles pour une intervention efficace.

Ce projet explore l'intégration de l'intelligence artificielle (IA) pour la segmentation des tumeurs cérébrales sur les IRM avec la réalité augmentée (RA) pour fournir une visualisation 3D améliorée et une interaction. L'objectif principal est de développer un système robuste qui traite les images IRM, génère des masques de segmentation 3D précis à l'aide de l'IA et offre une expérience RA interactive et semi-immersive pour les professionnels de la santé.

Pour y parvenir, nous avons entraîné deux réseaux de pointe d'apprentissage profond: un 3D U-Net avec des blocs résiduels et un 3D Attention U-Net. Ces modèles ont été entraînés sur le jeu de données BraTS2021. Notre processus rigoureux de formation et de validation a abouti à des scores de Dice de 0,887 sur l'ensemble de validation et de 0,891 sur l'ensemble de test.

Le composant RA de notre système améliore l'utilité de ces masques de segmentation générés par l'IA en permettant aux utilisateurs de visualiser et d'interagir avec les modèles 3D du cerveau et de la tumeur dans un environnement semi-immersif. Cette fonctionnalité permet aux neurologues et aux chirurgiens de mieux comprendre la morphologie et la localisation des tumeurs, améliorant ainsi la planification et les stratégies d'intervention chirurgicale.

Mots-clés: Cancer du cerveau, segmentation d'images médicales, jeu de données BraTS2021, 3D Attention U-Net, 3D U-Net, réalité augmentée, environnement semi-immersif, visualisation et interaction.