الجمهورية الشعبية الديمقراطية الجزائرية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
المدرسة العليا للإعلام الآلي 08٠ ماي 1945٠ بسيدي بلعباس
École Supérieure en Informatique
-08 Mai 1945- Sidi Bel Abbès

Thesis

Towards the attainment of **Engineering Degree**
Field: **Computer Science**
Specialization: **Information Systems and Web**

Theme

Deep Clustering for Unsupervised Image Segmentation

Presented by:

Ferdaous KESSAISSIA

Defended on : **9th of July, 2024** In front of the jury composed of:

Dr. Amina BELALIA	President
Dr. Mohammed Walid ATTAOUI	Supervisor
Pr. Sidi Mohammed BENSLIMANE	Co-Supervisor
Dr. Hanae NAOUM	Examiner

University Year: 2023/2024

Abstract

Unsupervised image segmentation aims to group pixels with similar features into the same cluster without using supervision, such as ground truth images. This is an important task in computer vision.

However, most existing unsupervised image segmentation methods face the same problem: the difficulty of choosing the optimum number of clusters (k) before model execution, due to the lack of knowledge about the representation data.

To address this problem, this thesis proposes an unsupervised image segmentation approach based on deep clustering: a deep-embedded clustering algorithm. This algorithm utilizes an autoencoder architecture for representation learning combined with self-training deep clustering.

To enhance the segmentation results, four preprocessing methods were proposed: the LAB color space, Log transformation, HSV color space, and a combination of LAB color space and Log transformation. The method successfully sets the optimum number of clusters k by training the autoencoder on the image before DEC model execution.

The method improves the segmentation results, especially in brain tumor detection, achieving a minimum Davies-Bouldin index and a higher silhouette score with an average optimal k=4. For the satellite imagery domain, the segmentation results were good, and the model could differentiate between different colors, such as dark blue and dark green.

Keywords: Unsupervised Learning, Image Segmentation, Machine Learning, Deep Learning, Clustering, Autoencoders, Deep Embedded Clustering, Satellite Images, and Brain Tumor Detection.

Résumé

La segmentation d'images non supervisée vise à regrouper les pixels présentant des caractéristiques similaires dans un même cluster sans recourir à la supervision, comme les images de vérité terrain. Il s'agit d'une tâche importante en vision par ordinateur.

Cependant, la plupart des méthodes de segmentation d'images non supervisées existantes sont confrontées au même problème : la difficulté de choisir le nombre optimal de clusters (k) avant l'exécution du modèle, en raison du manque de connaissances sur les données de représentation.

Pour résoudre ce problème, cette thèse propose une approche de segmentation d'images non supervisée basée sur le clustering profond : un algorithme de clustering profondément intégré. Cet algorithme utilise une architecture d'encodeur automatique pour l'apprentissage des représentations combinée à un clustering profond d'auto-entraînement.

Pour améliorer les résultats de segmentation, quatre méthodes de prétraitement ont été proposées: l'espace colorimétrique LAB, la transformation Log, l'espace colorimétrique HSV et une combinaison de l'espace colorimétrique LAB et de la transformation Log. La méthode définit avec succès le nombre optimal de clusters k en entraînant l'auto-encodeur sur l'image avant l'exécution du modèle DEC.

La méthode a amélioré les résultats de segmentation, en particulier dans la détection des tumeurs cérébrales, en atteignant un indice de Davies-Bouldin minimum et un score de silhouette plus élevé avec un k = 4 optimal moyen. Pour le domaine de l'imagerie satellite, les résultats de segmentation étaient bons et le modèle pouvait différencier différentes couleurs, comme le bleu foncé et le vert foncé.

Mots clés: Apprentissage non supervisé, segmentation d'images, apprentissage automatique, apprentissage profond, clustering, encodeurs automatiques, clustering profondément intégré, images satellite et détection de tumeurs cérébrales.

الملخص :

يهدف تجزئة الصور غير الخاضعة للرقابة إلى تجميع وحدات البكسل ذات الميزات المتشابهة في نفس المجموعة دون استخدام الإشراف، مثل صور الحقيقة الأرضية. هذه مهمة مهمة في رؤية الكمبيوتر.

ومع ذلك، فإن معظم طرق تجزئة الصور غير الخاضعة للرقابة تواجه نفس المشكلة: صعوبة اختيار العدد الأمثل للمجموعات (k) قبل تنفيذ النموذج، وذلك بسبب نقص المعرفة حول بيانات التمثيل.

لمعالجة هذه المشكلة، تقترح هذه الأطروحة أسلوب تجزئة الصور غير الخاضع للرقابة استنادًا إلى التجميع العميق: خوارزمية التجميع المضمنة بعمق. تستخدم هذه الخوارزمية بنية التشفير التلقائي للتعلم التمثيلي جنبًا إلى جنب مع التجميع العميق للتدريب الذاتي.

لتعزيز نتائج التجزئة، تم اقتراح أربع طرق للمعالجة المسبقة: مساحة الألوان LAB، وتحويل السجل، ومساحة الألوان HSV، ومجموعة من مساحة الألوان LAB وتحويل السجل. تقوم الطريقة بنجاح بتعيين العدد الأمثل للمجموعات k عن طريق تدريب جهاز التشفير التلقائي على الصورة قبل تنفيذ نموذج DEC.

أدت هذه الطريقة إلى تحسين نتائج التجزئة، خاصة في الكشف عن ورم الدماغ، من خلال تحقيق الحد الأدنى من مؤشر ديفيز-بولدين ودرجة صورة ظلية أعلى بمتوسط k = 4 الأمثل. بالنسبة لمجال صور الأقمار الصناعية، كانت نتائج التجزئة جيدة، وتمكن النموذج من التمييز بين الألوان المختلفة، مثل الأزرق الداكن والأخضر الداكن.

الكلمات المفتاحية : التعلم غير الخاضع للرقابة، وتجزئة الصور، والتعلم الآلي، والتعلم العميق، والتجميع، وأجهزة التشفير التلقائي، والتجميع المدمج بعمق، وصور الأقمار الصناعية، واكتشاف أورام المخ.