

**UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES DHAR EL MAHRAZ
FES**



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

Mr : **MESBAH Abderrahim**

Soutiendra : **le 26/12/2018 à 10 H**

une thèse intitulée :

Contributions à la classification des objets 3D par la méthode des Moments et du Deep Learning.

En vue d'obtenir le Doctorat

FD : Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication (STIC)

Spécialité : Informatique

	NOM ET PRENOM	GRADE	ETABLISSEMENT
Président	Pr. BENSLIMANE Rachid	PES	Ecole Supérieure de Technologie - Fès
Directeur de thèse	Pr. QJIDAA Hassan	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
Rapporteurs	Pr. AARAB Abdellah	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
	Pr. EL AFIA Abdellatif	PES	ENSIAS - Rabat
	Pr. SABBANE Mohammed	PES	Faculté des Sciences - Meknès
Membres	Pr. OUREMCHI Rabah	PES	Ecole Supérieure de Technologie - Fès
	Pr. ABARKAN Mustapha	PES	Faculté Polydisciplinaire - Taza

Résumé :

La reconnaissance des modèles 3D à partir des scènes réelles constitue un sujet de recherche toujours en plein essor. Au cours des dernières années, l'apprentissage profond est devenu le principal outil pour résoudre un large éventail de problèmes de reconnaissance et de classification 3D. Cependant, le principal problème des réseaux de neurones convolutionnels 3D, qui sont les principales approches d'apprentissage profond pour de telles tâches, réside dans le coût de calcul élevé requis pour les entraîner et les utiliser. Dans cette thèse, nous avons contribué à la réduction de la complexité et à l'amélioration de l'efficacité de réseaux de neurones convolutionnels 3D par la méthode des moments. À cette fin, nous avons utilisé les moments discrets orthogonaux 3D comme première couche de l'architecture proposée. En effet, Ces descripteurs de formes ont la capacité de représenter les modèles 3D efficacement dans des ordres inférieurs avec une faible dimensionnalité. Cela implique une diminution importante du nombre de paramètres et des couches lors de l'apprentissage utilisant l'architecture proposée.

Les contributions apportées dans cette thèse concernent d'une part l'optimisation du calcul des moments orthogonaux discrets 3D effectués au niveau de la première couche de l'architecture proposée. D'autre part, la proposition d'une nouvelle architecture pour l'apprentissage des matrices des moments calculées à partir des images d'entrée.

La première contribution est la proposition d'une méthode récursive compacte de calcul 3D des moments de Tchebichef. Cette nouvelle méthode basée sur la formule de récurrence de Clenshaw et la propriété de symétrie des polynômes orthogonaux de Tchebichef a conduit à une réduction de la complexité et du temps de calcul par rapport aux algorithmes classiques de calcul des moments 3D. Malgré les bons résultats obtenus le problème du temps de calcul restait encore ouvert. Dans la deuxième contribution, nous avons proposé un algorithme pour le calcul rapide de moments discrets 3D de Hahn en utilisant un algorithme basé sur la multiplication de matrice et la propriété de symétrie des polynômes de Hahn. La performance de l'algorithme proposé est prouvée par des expériences de reconstruction d'objets 3D avec et sans bruit. Les résultats expérimentaux et l'analyse de complexité ont montré que la méthode proposée surpasse la méthode simple, et la méthode récursive compacte surtout pour des images 3D de grande taille. Dans la troisième contribution nous avons proposé l'extraction des caractéristiques locales à partir d'une région d'intérêt dans un objet 3D à l'aide des moments orthogonaux discrets. Ceci être réalisé en faisant varier les paramètres des polynômes de Hahn, Krawtchouk et de Charlier. Nous avons également calculé les moments Tchebichef locaux à partir en utilisant la fonction de pondération des polynômes de Krawtchouk.

Dans la quatrième contribution nous avons proposé une nouvelle architecture nommée 3D HCNN basée sur l'utilisation des moments orthogonaux discrets 3D pour alimenter des réseaux de neurones convolutionnels 3D. Ce qui a permis de réduire énormément le nombre des paramètres et des couches et par conséquent, de construire des modèles efficace et rapide pour la classification des objets 3D.

Finalement, l'architecture proposée est évaluée sur la base de données d'objets non rigides SHREC 2011, la base de données ModelNet10 et les bases de données AVLetters, OuluVS2 et BBC LRW relatives à la reconnaissance de parole. Les résultats montrent une efficacité et une pertinence comparés avec les autres méthodes de l'état-de-l'art.

Mots clés :

Classification 3D, Moments orthogonaux discrets 3D, compact récursif, Algorithme de calcul matriciel, Réseau de neurones convolutifs 3D CNN, Réseau de neurones convolutifs de moments 3D MCNN, Complexité de calcul.

Abstract :

In recent years, deep learning has become the primary tool for solving a wide range of 3D recognition and classification issues. However, the main problem with 3D convolutional neural networks, which are the main deep learning approaches for such tasks, is the high computational cost required to train and use them. In this thesis, we contributed to reducing the complexity and improving the efficiency of 3D convolutional neural networks by the method of moments. To this end, we have used 3D discrete orthogonal moments as the first layer of the proposed architecture. Indeed, these shape descriptors have the ability to represent 3D models efficiently with low dimensionality. This implies a significant decrease in the number of parameters and layers when learning with the proposed architecture. The contributions made in this thesis concern on the one hand the reduction of the computation cost of discrete 3D orthogonal moments used as first layer in the proposed architecture. On the other hand, the proposal of a new architecture for the learning of matrices of moments computed from the input images. In the first contribution we proposed a compact method of 3D Tchebichef moments computation. This new method based on Clenshaw's recurrence formula and the symmetry property produces a drastic reduction in the complexity and computational time. Despite the good results obtained in terms of computational complexity, this problem remained open. In the second contribution, We proposed an algorithm for fast computation of three-dimensional Hahn moments.

Firstly, the symmetry property of Hahn polynomials is provided to decrease the computational complexity by 87%. Secondly, 3D Hahn moments are computed by using an algorithm based on matrix multiplication. The proposed algorithm enormously reduces the computational complexity of a 3-D Hahn moment and its inverse moment transform. The performance of the proposed algorithm is proven by 3D object reconstruction experiments with and without noise. Experimental results and complexity analysis have shown that the proposed method outperforms the simple method, and the compact recursive method especially for large 3D images. In the third contribution we proposed the extraction of local characteristics from any region of interest of a 3D object using discrete orthogonal Hahn, Krawtchouk and Charlier moments. We also studied the behavior of local Tchebichef moments by using the weighted function of Krawtchouk polynomials. In the fourth contribution we proposed a new architecture called 3D HCNN based on the use of orthogonal 3D discrete moments to feed 3D convolutional neural networks. This made it possible to enormously reduce the parameters and the layers and consequently to construct efficient and fast models for the classification of 3D objects. Finally, the proposed architecture is evaluated on SHREC 2011 database that contain non-rigid object, the ModelNet10 database and the AVLetters, OuluVS2 and BBC LRW databases for speech recognition. The results showed efficiency and relevance compared with other state-of-the-art methods.

Key Words :

3D Classification, 3D Discrete orthogonal moments, Compact recursive algorithm, Algorithm based on matrix computational, 3D Convolutional neural network, 3D Moment convolutional neural network, Computational complexity.