

Évaluation de la Qualité Visuelle des Maillages 3D en Utilisant une Représentation par Graphe Pondéré

Mohammed El Hassouni*, Hocine Cherifi**

*FLSH, Université Mohammed V de Rabat, Maroc

mohamed.elhassouni@fsh.um5.ac.ma

**ICB, Université de Bourgogne, Dijon, France

hocine.cherifi@u-bourgogne.fr

Introduction : Récemment, l'utilisation de modèles visuels 3D s'est considérablement étendue dans divers domaines d'application, notamment la réalité virtuelle et mixte, le diagnostic assisté par ordinateur, l'architecture et la préservation du patrimoine culturel. Cependant, le traitement de ces modèles 3D à travers des opérations telles que la simplification et la compression introduit diverses distorsions qui peuvent affecter négativement leur qualité visuelle. Pour résoudre ce problème, il existe une demande croissante pour le développement de méthodes robustes pour évaluer la qualité perçue. Cependant, il est à noter que la littérature contient relativement peu d'études ayant exploré l'évaluation de la qualité des maillages 3D à l'aide d'approches basées sur les graphes [Lin et al. \(2020\)](#) [Abouelaziz et al. \(2021\)](#). Ces deux méthodes, bien qu'elles diffèrent dans leurs approches, partagent une limitation commune, à savoir qu'elles apprennent séparément les attributs géométriques et perceptuelles sans les intégrer dans le processus de construction du graphe. Dans ce contexte, nous présentons dans cet article une approche novatrice pour évaluer la qualité visuelle des maillages 3D. Notre proposition repose sur un graphe pondéré construit à partir des coordonnées géométriques et des valeurs de saillance des sommets du maillage. Ensuite, les caractéristiques du graphe sont entraînées avec une méthode de régression basée sur l'apprentissage automatique pour prédire le score de qualité.

Méthodologie : Pour chaque maillage 3D, nous calculons le degré de saillance pour chaque sommet. Ensuite, nous transformons le maillage en un réseau pondéré. Puis, nous déterminons les caractéristiques topologiques du graphe à partir desquelles nous dérivons des statistiques. Les vecteurs résultants servent d'entrées pour le module de régression afin de prédire le score de qualité. Dans cette étude, nous avons utilisé trois méthodes de régression : Random Forest, Support Vector Regression et Generalized Regression Neural Networks en raison de leur utilité et de leur pertinence avérées pour les applications de la prédiction de la qualité visuelle. La méthodologie détaillée est disponible dans [El Hassouni et Cherifi \(2023\)](#).

Les expériences et les tests sont réalisés sur quatre bases de données spécialement conçues pour l'évaluation des métriques de qualité, composées de maillages originaux et déformés.

Validation : Pour évaluer le score de qualité prédits et les scores fournis par la base de données, nous avons utilisé le coefficient de corrélation linéaire de Pearson (r_p) pour mesurer la monotonie des prédictions et le coefficient de corrélation de rang de Spearman (r_s) pour mesurer l'exactitude des prédictions. Les expériences et les tests sont réalisés sur quatre bases de données spécialement conçues pour l'évaluation des métriques de qualité, composées de

Évaluation de la Qualité Visuelle des Maillages 3D

maillages originaux et déformés.

Le tableau 1 présente une analyse comparative des scores obtenus par notre méthode proposée par rapport aux méthodes de l'état de l'art. Nous comparons avec deux méthodes sans référence basées sur un graphe de maillage. La première, BMQA-GSES, utilise l'entropie spectrale du graphe et les caractéristiques spatiales, tandis que la seconde, MVQ-GCN, utilise un réseau de neurones convolutif de graphes en combinaison avec des caractéristiques spatiales. MVQ-GCN donne des performances régulières sur l'ensemble des quatre bases de données, grâce à son processus d'apprentissage robuste. Cependant, il est à noter que MVQ-GCN repose sur un graphe non pondéré et formule son processus de prédiction comme un problème de classification des nœuds ce qui rend le temps de calcul très élevé. En revanche, BMQA-GSES affiche des scores de qualité inférieurs à ceux de notre méthode proposée. L'inconvénient de cette méthode réside dans sa dépendance à de nombreuses caractéristiques spectrales et spatiales, tandis que notre approche se concentre principalement sur la composante de saillance, considérée comme un attribut perceptuel puissant.

En résumé, notre méthode basée sur la représentation en graphe surpasse de nombreuses méthodes sans référence, et les scores obtenus sont très prometteurs, dépassant souvent ou se rapprochant étroitement du taux de score de qualité de 92%.

TAB. 1 – Comparaison avec les méthodes de l'état de l'art en utilisant les coefficients de corrélation r_s et r_p pour les quatre bases de données (Masking, General Purpose, Compression et Simplification).

Method	Masking		General		Compression		Simplification	
	r_s	r_p	r_s	r_p	r_s	r_p	r_s	r_p
BMQA-GSES	91.3	84.1	87.9	90.5	87.3	87.4	89.1	89.6
MVQ-GCN	91.7	90.9	89.3	88.6	90.5	87.7	89.9	89.4
Our method	91.1	91.9	90.3	88.7	91.2	89.4	88.6	90.8

Remerciements

Ce travail est soutenu par la subvention de recherche de l'Académie Hassan II des Sciences et Techniques du Maroc.

Références

- Abouelaziz, I., A. Chetouani, M. E. Hassouni, H. Cherifi, et L. J. Latecki (2021). Learning graph convolutional network for blind mesh visual quality assessment. *IEEE Access* 9, 108200–108211.
- El Hassouni, M. et H. Cherifi (2023). Visual mesh quality assessment using weighted network representation. In *Complex Networks and their Applications, November 28-30, Menton, France.*, Studies in Computational Intelligence. Springer.
- Lin, Y., M. Yu, K. Chen, G. Jiang, F. Chen, et Z. Peng (2020). Blind mesh assessment based on graph spectral entropy and spatial features. *Entropy* 22.