

Génération sous Contrainte de Nuages de Points à partir de Modèles CAO pour Évaluer le Processus d'Alignement

Louis-Ferdinand Lafon^{1,2}, Nabil Anwer², Charyar Mehdi-Souzani², Alain Vissiere¹, et Hichem Nouria¹

¹Laboratoire Commun de Métrologie (LNE-CNAM), 1 Rue Gaston Boissier, 75015, Paris, France

²Université Paris-Saclay, ENS Paris-Saclay, université Sorbonne Paris Nord, LURPA, 91190, Gif-sur-Yvette, France

Auteur à contacter / Email: louis-ferdinand.lafon@lne.fr

Résumé

La fusion de données spatiales est appliquée en vision par ordinateur ou en métrologie tridimensionnelle pour le contrôle de la qualité. La fusion de données est définie comme la combinaison de données provenant de plusieurs sources dans un format de représentation commun afin d'obtenir une mesure plus complète, détaillée et exacte. Les données résultantes sont utilisées pour être comparées avec les modèles CAO, pour vérifier la conformité des objets fabriqués ou pour de la reconstruction 3D.

L'un des processus en fusion de données est l'alignement de nuages de points. Il vise à aligner des mesures, initialement dans les systèmes de coordonnées des sources, dans le système de coordonnées de l'objet mesuré. Selon que deux ou plusieurs nuages de points sont utilisés, l'alignement est dit par paire ou par groupe, et la transformation estimée peut être classifiée comme rigide ou non rigide. L'algorithme par paire couramment utilisé en reconstruction 3D est l'Iterative Closest Point (ICP) qui consiste à extraire des caractéristiques, estimer des correspondances et minimiser les distances entre les deux nuages de points. ICP fait l'objet de nombreuses variantes pour améliorer sa robustesse et son temps de calcul.

La robustesse, la rapidité et l'exactitude des algorithmes d'alignement sont impactées par de larges transformations relatives, le bruit de mesure, des chevauchements partiels, des variations de densité et des symétries dans les données. Dans la littérature, l'exactitude de ces algorithmes est évaluée avec des nuages de points synthétiques basés sur des jeux de données pré-générés, habituellement à partir d'un échantillonnage de modèles CAO. Une augmentation des données est effectuée sur ces nuages de points pour étudier l'impact de différentes transformations, bruits, chevauchements, etc., sur l'exactitude de l'alignement.

Ces nuages de points ont donc une transformation relative prédéfinie, et l'exactitude de l'alignement est souvent quantifiée par la différence entre la transformation relative prédéfinie et estimée, ou la différence sur la position des points. Cette quantification, ainsi que les fonctions de coût à minimiser dans les variantes de l'algorithme ICP, tendent à approximer la déviation orthogonale des points par rapport à la surface du modèle CAO. Cependant, aucune contrainte n'a été appliquée à la génération de nuages de points de manière à garantir que le minimum des déviations est atteint à la transformation relative prédéfinie. Ces contraintes peuvent être respectées en s'inspirant des techniques utilisées dans la génération de nuages de points pour l'évaluation du processus d'association entre un nuage de point et un modèle CAO.

Dans cette étude, la quantification proposée pour évaluer le processus d'alignement est basée sur la déviation orthogonale quadratique des points par rapport à un maillage 3D surfacique. Ensuite, une méthode de génération de données sous contrainte utilisant la quantification proposée est mise en œuvre pour l'alignement rigide de paires de nuages de points. La généralisation de cette méthode est également discutée pour les algorithmes non rigides et par groupe. Finalement, l'exactitude de certains algorithmes d'alignement a été évaluée sur les données générées sous contrainte.

Remerciements

Ce projet (20IND07 TracOptic) a reçu un financement du programme EMPIR, cofinancé par les états participants et le programme de recherche et d'innovation Horizon 2020 de l'Union Européenne.

Mots-clés : Fusion de données, alignement, nuages de point, génération sous contrainte
