** Avis de Soutenance**

Madame Koubouratou IDJATON

Sciences et Technologies Industrielles

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés

*Analyse d'images et apprentissage machine pour la détection des altérations des pierres des monuments historiques*

dirigés par Madame SYLVIE TREUILLET

Ecole doctorale : Mathématiques, Informatique, Physique Théorique et Ingénierie des Systèmes - MIPTIS
Unité de recherche : PRISME - Laboratoire Pluridisciplinaire de Recherche en Ingénierie des Systèmes et Mécanique Energétique

Soutenance prévue le ***lundi 26 septembre 2022*** à 10h00
Lieu :   12 Rue de Blois, 45100 Orléans
Salle : Amphi Turing

**Composition du jury proposé**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Mme Sylvie TREUILLET  | Université d'Orléans  | Directrice de thèse  |
| M. Xavier DESQUESNES  | Université d'Orléans  | Co-encadrant de thèse  |
| M. Xavier BRUNETAUD  | Université d'Orléans  | Co-encadrant de thèse  |
| Mme Laure TOUGNE  | Université Lumière Lyon 2  | Examinatrice  |
| M. Frédéric BOSCHE  | University of Edinburgh  | Examinateur  |
| M. Rachid HARBA  | Université d'Orléans  | Examinateur  |
| M. Abderrahim ELMOATAZ  | Université de Caen Normandie  | Rapporteur  |
| Mme Catherine ACHARD  | Campus Pierre et Marie Curie  | Rapporteure  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Mots-clés :**  | analyse d’images couleur,vision 3D,intelligence du patrimoine,apprentissage machine, |

|  |
| --- |
| **Résumé :**   |
| La préservation des monuments historiques exige une surveillance de leur état pour assurer la sécurité des visiteurs et planifier au mieux les opérations de restauration. Cette surveillance repose essentiellement sur une observation visuelle réalisée par des experts sur site et un lourd et fastidieux travail d'inventaire et d'annotations manuelles sur des photos. Cette thèse propose de nouvelles méthodes d'analyse automatiques basées sur l'apprentissage machine pour faire de l’aide au diagnostic assisté par ordinateur à partir les images acquises pour la modélisation 3D complète de deux châteaux emblématiques du Val de Loire construits en tuffeau. Les travaux abordent deux problématiques: la segmentation pierre-à-pierre et la détection des altérations des pierres. Pour la segmentation pierre-à-pierre, une base d'images labellisées a été crée grâce à une méthode ad-hoc utilisant des méthodes traditionnelles de seuillage et détection de contours des images couleur. Cette base a ensuite servi à l'entrainement des meilleurs réseaux neuronaux de segmentation de l'état de l'art (FCN, SegNet, U-Net et DeepLab). Une étude comparative permet de valider le réseau DeepLab comme le plus performant et robuste face aux images complexes (avec une similarité de 98% avec la vérité terrain mesurée par l'indice de Jaccard). Pour la détection des altérations des pierres, une seconde base d'apprentissage a été créée en s'appuyant sur une approche originale d’augmentation des données par la reprojection automatique des annotations des experts réalisés sur des orthophotos vers les images couleurs de haute résolution d'origine. La nouvelle architecture proposée, qui insère des modules de transformateurs dans le réseau YOLO, permet d’obtenir des performances qui surpassent l’état de l’art pour la détection d’altérations des pierres (avec un taux de recouvrement avec la vérité de 80%). Enfin, une plateforme Web opérationnelle permet aux experts d'appliquer les approches proposées et visualiser les résultats de segmentation automatique via une interface conviviale, pour faciliter leur diagnostic sur les façades des châteaux. Ces contributions ouvrent la voie au développement d'un outil convivial multi acteurs pour un diagnostic plus précis des grands monuments.  |