

Proposition de projet de thèse dans le domaine de l'analyse d'images
et du *machine learning*

« Reconnaissance des formes pour l'inspection des tunnels »

Contrat doctoral de 3 ans (CDD)

Date limite de candidature : 27 février 2017

Prise d'effet du contrat : automne 2017

Description du projet de thèse

L'objectif de la thèse est de mettre au point des outils automatisés de détection visuelle de défauts, par analyse d'images (complétées de données 3D) des voûtes et des murs de tunnels, en utilisant des méthodes de reconnaissance des formes par apprentissage statistique (*machine learning*).

Maintenir les tunnels (routiers, canaux, ferroviaires) en bon état représente un impératif de sécurité, un enjeu économique et une question de préservation du patrimoine. Pour cela, il est nécessaire de procéder à des visites d'inspection régulières pour détecter d'éventuelles dégradations. Confié à des agents spécialisés intervenant sur site, cette tâche est longue et fastidieuse, parfois dangereuse ; elle nécessite souvent une fermeture de l'ouvrage. C'est pourquoi le Cerema et ses partenaires, comme le Centre d'Étude des Tunnels (Cetu) mettent au point des outils automatisés d'inspection visuelle hors-ligne des tunnels, à partir d'images et de données 3D issues d'appareils d'acquisition spécialisés [1].

Il n'existe que très peu de travaux sur la détection automatique de défauts dans les tunnels par analyse d'images, et ils sont souvent limités à la détection de fissures sur béton. Les études préliminaires menées par l'équipe [2] ont montré la faisabilité de la détection d'un certain nombre de dégradations sur de la maçonnerie et des murs en béton grâce à des techniques d'apprentissage (forêts d'arbres aléatoires [3][4]). Dans le cadre de la thèse proposée, il s'agira de mettre au point des méthodes applicables à une typologie plus importante de défauts, dans différents types de tunnels. Un des points clefs sera le choix des caractéristiques extraites des images et utilisées par l'algorithme de classification, pour lequel l'utilisation des techniques d'apprentissage profond (*deep learning* [5]) devra être évaluée. Les apports de la 3D (cartes locales de profondeur) et de la redondance observable dans des séquences d'images seront également étudiés. Il s'agira aussi de mettre en place une procédure d'apprentissage qui puisse se généraliser ou se transférer facilement à des tunnels nouveaux. Enfin, les méthodes proposées feront l'objet d'évaluations systématiques sur des séquences de données réelles en lien avec des spécialistes de l'inspection des tunnels.

Quelques références des encadrants dans ce domaine :

- [1] P. Charbonnier, P. Foucher, P. Chavant, V. Muzet, D. Prybyla, T. Perrin, J.L. Albert, P. Grussenmeyer, S. Guillemin, et M. Koehl. An image-based inspection system for canal-tunnel heritage. *International Journal of Heritage in the Digital Era*, 3(1) :197–214, 2014. Soumission sur invitation, numéro spécial (CIPA2013 Best Paper Award).
- [2] P. Foucher, M.D.Bah, P. Charbonnier, C. Boulogne, et C. Larive. Classification automatique de défauts sur des images de tunnels par forêts d'arbres aléatoires. Dans *Congrès national sur la Reconnaissance de Formes et l'Intelligence Artificielle (RFIA)*, Clermont-Ferrand, juin 2016. Format électronique, article court.
- [3] P-H. Conze, V. Noblet, F. Rousseau, F. Heitz, V. de Blasi, R. Memeo, P. Pessaux. Scale-Adaptive Supervoxel-based Random Forests for Liver Tumor Segmentation in Dynamic Contrast-Enhanced CT Scans *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, *International Journal of Computer Assisted Radiology and Surgery*, Springer-Verlag, 2016, à paraître.

Références :

- [4] A. Criminisi et al. Decision Forests: A Unified Framework for Classification, Regression, Density Estimation, Manifold Learning and Semi-Supervised Learning. Foundations and Trends in Computer Graphics and Vision, Vol. 7, Nos. 2–3 (2011) 81–227.
- [5] Ian Goodfellow, Yoshua Bengio and Aaron Courville, Deep Learning, MIT Press, Nov. 2016.

Compétences souhaitées

Les candidat(e)s devront avoir une solide formation en traitement d'images, avec des connaissances en reconnaissance des formes, apprentissage et classification, statistiques et calcul scientifique, ainsi qu'une bonne expérience en programmation scientifique (Matlab, Python, C++, C). La maîtrise du français et de l'anglais (oral et écrit) est indispensable.

Conditions d'accueil du projet de thèse

- Le/la doctorant(e) sera employé(e) du Cerema sur CDD doctorant de l'automne 2017 à l'automne 2020 (dates exactes à fixer avec le/la doctorant(e))
- Le projet se déroulera majoritairement dans les locaux du Cerema à Strasbourg :
Cerema Est/Laboratoire de Strasbourg, 11 rue Jean Mentelin, B.P. 9, 67380 STRASBOURG
- Le/la doctorant(e) bénéficiera de la formation de l'École Doctorale « Mathématiques, Sciences de l'Information et de l'Ingénieur » (MSII, ED n°269, <http://ed.math-spi.unistra.fr/>) de l'Université de Strasbourg (Unistra).

Équipe d'encadrement du projet de thèse

Le/la doctorant(e) sera accueilli(e) au sein du groupe Méthodes Physiques du Laboratoire de Strasbourg du Cerema, dont le responsable est Pierre Charbonnier.

Le projet se déroulera sous la co-direction de Fabrice Heitz (PR, laboratoire iCube – UMR 7357 Unistra-CNRS) et de Pierre Charbonnier (DR, Cerema Est).

Le projet sera co-encadré par Christophe Heinkelé, chercheur dans l'équipe Cerema.

Modalités de candidature

Le/la candidat(e) intéressé(e) est invité(e) à contacter au plus tôt l'encadrant Cerema de ce projet :

Pierre CHARBONNIER,

Cerema Est/Laboratoire de Strasbourg, 11 rue Jean Mentelin, B.P. 9, 67380 STRASBOURG

pierre.charbonnier@cerema.fr

Tel : 03 88 77 46 44

Le/la candidat(e) devra lui transmettre un dossier complet par messagerie électronique avant le 27 février 2017. Ce dossier devra contenir :

- CV détaillé
- Copie de la carte d'identité ou du passeport du/de la candidat(e)
- Notes du master (*a minima* le master 1 si les notes du master 2 ne sont pas disponibles)
- Copie du dernier diplôme (maîtrise, diplôme d'ingénieur, master recherche si déjà soutenu).
- une lettre de motivation du/de la candidat(e) expliquant son intérêt pour le sujet (1 page recto-verso maximum).
- une lettre de recommandation.