

Fiche bilan de l'appel à projets Ponts Connectés (2021-2023)

AINSPECTA : Détection automatique de corrosion sur les ouvrages d'art métalliques

LE CONSORTIUM

Partenaires :

Corrosia : Société spécialisée dans la corrosion, elle propose ses services d'inspection, d'expertise et d'assistance sur le sujet des ouvrages d'art et structures métalliques.

Weaverize : spécialisée dans la recherche et le développement d'applications web, mobile, embarquée ou Cloud (SaaS / API), ainsi que dans l'innovation. Weaverize a une forte expérience dans les projets de recherche mettant en œuvre du traitement et de l'analyse d'image ainsi que dans l'IA.



Montant du projet : 156 217€

Ouvrage(s) instrumenté(s) :

LE PROJET

L'organisation du projet est présentée dans la Figure 2 sous la forme d'un diagramme de Gantt. L'ensemble des travaux planifiés dans la candidature à l'appel à projet ont été réalisés et les différents délais ont été globalement respectés.

Le livrable final du projet consiste dans la présentation qui a été faite le 14 juin 2023 auprès de l'équipe du CEREMA dans les locaux de Corrosia, ainsi que dans ce rapport final de clôture.

- Corpus d'entraînement

Le but de cette étape est de créer un corpus de vidéos permettant de valider les étapes suivantes du développement. Ce corpus est constitué d'images provenant de la collection de CORROSIA et de nouvelles acquisitions réalisées sur le terrain sur la prise de vue en drone.

- Annotation du corpus vidéo

Le corpus ainsi constitué a été annoté pour permettre l'entraînement des réseaux de neurones et leur évaluation. Ce travail a été réalisé conjointement par CORROSIA et WEAVERIZE. Pour cette tâche, un logiciel d'annotation a été créé pour faciliter l'annotation de la corrosion sur les vidéos d'inspections. Ce développement n'était pas prévu initialement pour le projet mais a été nécessaire pour permettre l'annotation efficace et assister les annotateurs dans cette tâche

fastidieuse. Il est intéressant de noter que le temps pris pour la réalisation de l'outil d'annotation a permis une annotation plus rapide des vidéos. Ce développement n'a ainsi pas eu d'impact négatif sur le planning initial du projet.

- Développement de réseaux de neurones

La partie principale de ce projet est celle de la création de réseaux de neurones. Cette partie comprend l'architecture de réseau de neurones ainsi que les hyper-paramètres ainsi que leur entraînement sur le corpus de vidéos. Les différentes approches et configurations ont ainsi été évaluées et comparées sur la base du corpus annotés.

- Création de prototypes

Le premier prototype sera composé de l'ordinateur d'entraînement sur lequel sera connectée la console du drone pour permettre la captation vidéo et la restitution des défauts. Dans ce prototype, le drone est connecté avec un module embarqué permettant soit la détection des défauts sur site, soit la transmission de la vidéo dans le cloud pour traitement. Dans ces deux cas, les défauts sont détectés et restitués en temps réel. Les détections et la vidéo seront enregistrés pour permettre une consultation a posteriori.

LES AVANCEES TECHNIQUES

Une fois le réseau entraîné à reconnaître des défauts grâce aux annotations générées par l'application d'apprentissage, il était nécessaire de pouvoir afficher les prédictions. Pour cela, nous avons développé un outil permettant de générer une vidéo affichant les différents défauts repérés à partir d'un modèle entraîné. Pour mettre en place cette solution, nous nous sommes basés sur l'algorithme Yolov5.

Le premier réseau de neurones a été entraîné sur un corpus de photos assez restreint (environ 100 images de corrosion).

- ⇒ Cette approche obtient ainsi une moyenne des précisions moyennes (mAP) de 0.65. Il s'agit d'une métrique classique de la littérature, utilisée fréquemment dans la détection d'objet, qui permet de comparer facilement différentes approches. Le rappel de cette approche est de 0.2.

En filtrant en fixant un seuil basé sur le score de confiance, il est tout à fait possible d'améliorer les résultats de la prédiction. Au fil des entraînements, nous avons amélioré la composition du dataset. Nous mettons l'accent sur la qualité et la quantité des annotations fournies afin d'améliorer au mieux les résultats des prédictions. Pour cela, nous augmentons évidemment notre quantité d'images représentatives de corrosion, tout en garantissant que ces dernières contiennent bien le type défaut que nous voulions repérer. Nous ajoutons également au dataset des images ne contenant aucun défaut, afin d'apprendre au réseau à distinguer ce qui n'est pas de la corrosion. Notre approche a aujourd'hui une précision élevée pour la détection, néanmoins, le rappel est relativement faible (de l'ordre de 0.4). En d'autres termes, le nombre de faux négatifs (FN) est élevé et notre détecteur « manque » des défauts. Ce résultat n'est pas problématique car il répond bien au choix initial qui a été fait de minimiser le nombre de faux positifs (FP). La corrosion ayant de nombreuses occurrences visuelles au sein d'une image donnée, le faible rappel est ainsi compensé par ce grand nombre d'occurrences.

- ⇒ Actuellement nous obtenons une moyenne des précisions moyennes (mAP) de 0.9. Cette valeur confirme que notre approche est capable de détecter correctement la corrosion dans les vidéos.

LES PERSPECTIVES D'AVENIR

En l'état, les résultats du projet sont très positifs et permettent d'envisager une commercialisation rapide des solutions développées. Les développements à poursuivre concernent donc, dans un premier temps, les applications mentionnées dans ce rapport pour les rendre commercialisables.

La solution actuelle est améliorée en continu à partir des données qui seront collectées au fur et à mesure. L'approche créée dans ce projet a été conçue pour avoir un caractère relativement générique vis à vis du défaut à détecter. Elle peut ainsi être étendue à différents types de défauts. Il est ainsi prévu d'étendre éventuellement ces travaux au craquelage et le cloquage de la peinture. Pour cela, un même modèle sera entraîné pour détecter plusieurs classes de défauts.

L'avantage de cette approche est que l'apprentissage de chaque classe de défaut donne des contre-exemples pour les autres classes et est susceptible de fait d'améliorer la qualité des détections.

De même, l'approche n'est pas non plus spécifique aux ouvrages d'arts métalliques et peut être étendu à différent milieu. Notamment, dans un premier temps à des milieux très similaires à ceux des ouvrages d'arts (pylône électrique, coque de bateau, . . .). Il est aussi prévu de tester, dans des développements futurs, l'approche sur des éoliennes offshore.

Le fait d'étendre la détection de défauts à de nouveaux défauts et à de nouveaux milieux va néanmoins nécessiter la création d'une collection de données annotés dédiés, ce qui représente un travail significatif. La recherche dans le domaine de la détection d'objets, sur laquelle se base notre approche, est très dynamique et de nouvelles approches basées sur des annotations au pixel près semblent très prometteuses. Nous avons donc pour projet de tester ces approches et les évaluer par rapport à notre solution actuelle. Ces développements se feront en parallèles de ceux visant à une commercialisation de la solution actuelle.

LES BENEFICES POUR LA GESTION DU PATRIMOINE

Corrosia est déjà un acteur stratégique de l'inspection des ouvrages d'art métalliques, et pourra bénéficier d'un levier technologique fort en termes de fiabilisation et de productivité. Face à une main d'œuvre pénurie, AInspecta apportera un outil d'aide à la décision en constante amélioration, enrichi par des data sets de plus en plus conséquents.

Aussi, les acteurs de la filière pourront bénéficier rapidement des retombées de ce développement, moyennant quelques développements complémentaires, principalement liés à l'industrialisation des codes.

LES PHOTOGRAPHIES

