

Mise en contexte et Problématique

✗ Les structures en béton telles que les ponts et les barrages doivent être régulièrement surveillées et entretenues afin d'assurer leur sécurité et leur durabilité [1]



FIGURE 1 – Exemple structure a balayée

✗ Les techniques classiques d'inspection et de maintenance peuvent être dangereuses, coûteuses et chronophages pour les inspecteurs humains [2], en particulier lorsqu'il s'agit de zones difficiles d'accès ou de structures de grande hauteur[3].

Objectifs

L'**objectif principal** de ce projet est de développer un système entièrement **autonome** utilisant des drones pour détecter différents types de fissures sur les grandes structures en béton telles que les ponts et les barrages.



FIGURE 2 – Drone sélectionné de type Typhoon h480

Les objectifs plus spécifiques :

- ✓ Optimiser les performances d'un algorithme de planification de trajectoire CPP (Coverage Path Planning).
- ✓ Concevoir et optimiser un algorithme autonome capable de scanner et collecter les données en temps réel, puis de les classifier et de détecter des fissures de différentes structures.

Méthodologie suivie

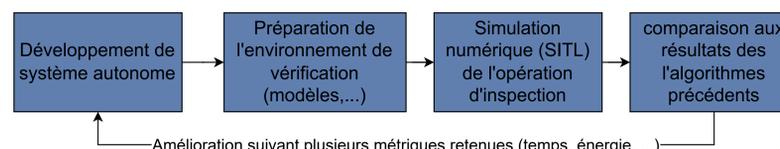


FIGURE 3 – Schéma explicatif de la solution proposée.

Pour développer le système autonome du drone, plusieurs outils ont été utilisés :

- PX4-Autopilot : système de drone qui permet une simulation SITL (software in the loop) robuste
- MAVSDK : un kit de développement logiciel pour les systèmes de véhicules sans pilote basés sur MAV-Link
- Gazebo : un simulateur 3D open-source utilisé pour modéliser et simuler des systèmes robotiques.
- QGroundcontrol : une interface graphique open-source de contrôle de drones et de véhicules autonomes

Évaluation

- Un drone hexarotor de modèle Typhoon H480 a été sélectionné dans cette simulation en raison de ses capacités de manœuvrabilité élevées ainsi que de sa caméra intégrée, qui permet de diffuser en continu les images capturées.
- Les simulations ont été effectuées avec un drone unique et avec quatre drones, une seule surface et multiples surfaces, afin d'évaluer la fiabilité et l'efficacité du système autonome dans différentes situations.

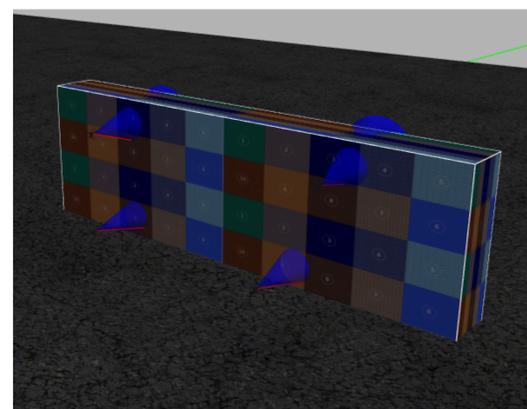


FIGURE 4 – Collaboration de 4 drones pour le scan simultané d'une structure en béton

Résultats préliminaires

Tableau No 1 compare la précision et la durée de balayage entre l'utilisation d'un seul drone Vs 4 drones simultanément :

TABLE 1 – Résultats de simulation en utilisant un drone et quatre drones

nombre drones	temps de balayage	Précision
1 drone	263 s	98%
4 drones	70 s	93%

✗ L'opération de balayage effectuée par 4 drones a donné lieu à des temps et une précision des photos inférieurs à ceux attendus.

✗ Une explication possible de ce phénomène pourrait être la forte exigence en calcul nécessaire pour simuler les quatre drones, ce qui aurait pu être affecté par la capacité limitée de l'ordinateur portable utilisé pour la simulation.

Conclusion

- ✓ Le travail accompli révèle un potentiel de drone autonome pour l'inspection de structures civiles
- ✓ Travail continu pour intégrer davantage de modules tels qu'un système de classification de photos basé sur l'intelligence artificielle, des capacités d'évitement d'obstacles et un module conscient des conditions météorologiques

Références

- [1] Dorra LAMOUCI et al. « A New Method of Crack Width Estimation for Concrete Structures Monitoring ». In : 2022 IEEE 21st international Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (STA). 2022 IEEE 21st international Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (STA). ISSN : 2573-539X. Déc. 2022, p. 336-341.
- [2] Mahdi MAALEJ et al. « Automatic Crack Detection on Concrete Structure Using a Deep Convolutional Neural Network and Transfer Learning ». In : 2022 2nd International Conference on Advanced Electrical Engineering (ICAEE). 2022 2nd International Conference on Advanced Electrical Engineering (ICAEE). Oct. 2022, p. 1-6.
- [3] Amna SMAOUI et al. « Automated Scanning of Concrete Structures for Crack Detection and Assessment Using a Drone ». In : 2022 IEEE 21st international Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (STA). 2022 IEEE 21st international Conference on Sciences and Techniques of Automatic Control and Computer Engineering (STA). ISSN : 2573-539X. Déc. 2022, p. 56-61.