

Titre du projet :

"Conception et Développement d'un Système SDR pour la Capture et l'Analyse des Signatures RF de Drones en Temps Réel"

Encadrant universitaire :

Sofien Maitre, maitre de conférences ISI KEF

Co-encadrant :Radwan Aloui,CRMN

Le projet est développé en collaboration avec CRMN

Contexte et problématique :

Le projet principal se concentre sur l'utilisation de **l'apprentissage automatique** pour la détection des drones en analysant leurs signatures RF et leurs spectrogrammes. Cependant, pour entraîner et tester efficacement ce modèle, il est essentiel de disposer d'un système fiable pour la **capture des données RF** en temps réel. Cela nécessite l'utilisation de dispositifs de radio logicielle (SDR) tels que le **USRP B210** ou le **USRP X310** d'Analog Devices, qui offrent une large gamme de fréquences et une haute résolution pour capter les signaux RF des drones.

Le défi est de concevoir un système permettant de **capturer, enregistrer et prétraiter les signaux RF**, puis de générer des spectrogrammes utilisables pour l'entraînement du modèle de détection des drones.

Objectif du projet :

Ce projet vise à **concevoir et développer un système SDR** pour **capturer, analyser et enregistrer les signaux RF émis par les drones**, à l'aide des équipements **USRP B210** ou **X310**. Ces données seront ensuite utilisées pour générer des spectrogrammes et extraire des caractéristiques pertinentes pour le projet principal de détection des drones.

Méthodologie :

1. Conception du système de capture des signaux RF :

- Utiliser un **USRP B210** ou **X310** comme récepteur SDR pour capter les signaux RF à différentes fréquences (par exemple, dans les bandes utilisées par les drones, comme 2,4 GHz ou 5,8 GHz).
- Configurer le SDR pour capturer des signaux à large bande passante, permettant d'enregistrer une large gamme de fréquences et de détecter différentes signatures RF des drones.

2. Prétraitement des signaux RF :

- **Filtrage des bruits** : Appliquer des filtres pour réduire le bruit de fond et isoler les signaux pertinents émis par les drones.

- **Échantillonnage et synchronisation** : Configurer le SDR pour effectuer un échantillonnage précis et synchronisé des signaux RF afin de garantir des données de qualité pour les analyses.
 - **Transformation en spectrogrammes** : Utiliser des algorithmes comme la **Transformée de Fourier** (FFT) ou la **Transformée de Fourier à Court Terme** (STFT) pour convertir les signaux RF capturés en **spectrogrammes**. Cela permettra de visualiser l'évolution des signaux dans le domaine temporel et fréquentiel.
3. **Enregistrement des données** :
- Créer un système pour **enregistrer les spectrogrammes** générés à partir des signaux RF dans un format adapté à une analyse ultérieure.
 - Organiser les données par type de drone, conditions d'environnement et fréquences pour faciliter leur utilisation dans le projet principal de détection.
4. **Analyse et extraction des caractéristiques RF** :
- Analyser les spectrogrammes pour extraire des **caractéristiques spécifiques** des signaux RF des drones (par exemple, des motifs caractéristiques, des modulations, des fréquences porteuses).
 - Utiliser ces caractéristiques comme **données d'entrée** pour le modèle de machine learning dans le projet principal.
5. **Intégration avec le projet de détection des drones** :
- Fournir les données capturées (spectrogrammes et caractéristiques RF extraites) pour l'entraînement du modèle d'apprentissage automatique développé dans le projet principal.
 - Tester l'efficacité du modèle de détection sur les données réelles capturées par le système SDR.

Outils et technologies :

- **USRP B210 ou X310** (d'Analog Devices) : dispositifs SDR utilisés pour la capture des signaux RF.
- **GNU Radio** ou **LabVIEW** : logiciels pour la programmation et l'interface avec le SDR, utilisés pour la capture, le traitement et l'enregistrement des signaux RF.
- **Python** avec des bibliothèques comme **NumPy**, **SciPy**, **Matplotlib** pour le traitement des signaux et la génération des spectrogrammes.
- **TensorFlow** ou **PyTorch** : pour l'intégration des spectrogrammes dans le projet de machine learning de détection des drones.

Résultats attendus :

- **Système SDR fonctionnel** capable de capturer et d'enregistrer les signaux RF émis par les drones dans diverses conditions.
- **Spectrogrammes détaillés** des signaux RF des drones, prêts à être utilisés pour l'entraînement du modèle de détection.
- **Caractéristiques extraites des spectrogrammes** qui permettront de différencier les drones des autres sources de bruit RF.
- Intégration réussie avec le **système de détection des drones** basé sur l'apprentissage automatique, en fournissant des données réelles et pertinentes.

Impact et applications :

- **Amélioration de la détection des drones** : Fournir des données RF réelles pour améliorer les modèles de détection des drones, particulièrement dans des environnements avec des interférences ou des conditions difficiles.
- **Recherche dans la sécurité des communications RF** : Contribuer à la recherche sur la sécurité des communications sans fil en analysant les signatures RF des drones.
- **Protection des espaces aériens sensibles** : Fournir une base pour le développement de systèmes de surveillance RF capables de détecter les drones dans des zones de sécurité, comme les aéroports, les prisons, ou les installations militaires.

Conclusion :

Ce projet de mémoire vise à **développer un système SDR** capable de capturer et d'analyser les signaux RF des drones. Ce système fournira des données de qualité pour le projet principal sur la détection des drones via l'apprentissage automatique, et jouera un rôle crucial dans l'amélioration des performances du modèle de détection. Grâce à l'utilisation de technologies avancées comme les dispositifs SDR (B210, X310) et des outils de traitement du signal, ce projet permettra de contribuer au développement de solutions de sécurité pour surveiller et intercepter les drones non autorisés dans des environnements sensibles.