

P52 Utilisation de réseaux neuronaux profonds pour l'analyse du spectre radio

Encadrant 1 : François-Xavier Socheleau

Département : SC

Encadrant 2 : François Rousseau

Département : ITI

Partenaire extérieur : Jean-Michel Riviere, jean-michel.riviere@cofelyineo-gdfsuez.com, INEO DEFENSE

Mots clés : Classification, apprentissage automatique, deep learning, surveillance du spectre radio, guerre électronique, traitement du signal, traitement d'images

● CONTEXTE :

Les réseaux de neurones artificiels sont des modèles de calcul inspirés du fonctionnement du cerveau humain qui permettent aux machines « d'apprendre » à partir de données observées. Cet apprentissage est exploité par les machines pour par exemple, faire de la reconnaissance automatique de la parole, pour détecter des spams, ou encore pour recommander des musiques à un utilisateur sur un site d'écoute de musique à la demande.

Récemment, la reconnaissance automatique d'objet dans les images a fait des progrès très significatifs grâce à l'utilisation de réseaux de neurones ayant un grand nombre de couches (réseaux profonds). L'utilisation de ces réseaux a été rendu possible par le développement de nouvelles procédures d'apprentissage (le « deep learning ») et du fait de la disponibilité de banques d'images très volumineuses. Ceci a abouti à l'élimination, pour la classification des images, des méthodes fondées sur des procédures d'extraction de caractéristiques conçues de manière manuelles au profit d'un apprentissage automatique. Ces méthodes connaissent actuellement un très grand développement et sont mises en œuvre par exemple dans les « google cars » ou les appareils photo numériques (détection de visage, de sourire,...).

INEO DEFENSE, filiale du groupe GDF Suez, conçoit, développe et opère ses propres solutions et services innovants au profit de la Défense et de la Sécurité. Elle développe notamment des produits de surveillance du spectre radio permettant la détection, classification et localisation de signaux de communications ou de signaux radars.

Dans le domaine de l'analyse du spectre radio, la détection et la classification des émetteurs s'effectuent actuellement à partir d'une extraction de caractéristiques conçues de manière ad-hoc par des ingénieurs. Il s'agit, dans un diagramme temps/fréquence de type spectrogramme, de déterminer les fréquences occupées par une émission radio (détection) puis d'en déterminer les caractéristiques afin d'en classifier le type.

● DESCRIPTIF SUCCINCT DU PROJET :

Le problème d'analyse du spectre radio est similaire à celui du traitement des images :

- Lorsque le signal à analyser est représenté sous la forme d'un diagramme temps/fréquence, celui-ci peut être considéré comme une image où chaque pixel représente une cellule temps/fréquence et où le niveau de gris d'un pixel code la puissance du signal dans cette cellule.
- Les capteurs radio de surveillance du spectre permettent de générer de grandes banques de spectre radio, de manière similaire aux banques d'images.

Le projet consiste à étudier l'utilisation des méthodes de classification et d'apprentissage à base de réseaux neuronaux profonds au traitement des spectres radio.

● LIVRABLES :

- Etude bibliographique concernant le « deep learning » et les réseaux neuronaux profonds : 15%
- Etude des différentes classes de signaux radio : 15%
Plus généralement les différentes situations d'environnement électromagnétique pouvant être rencontrées (spectre « clair » où chaque signal perçu est isolé des autres, spectre encombré où des signaux se superpose, spectre avec des émissions à évacuation de fréquence, spectre mélangeant des signaux radar à des signaux télécom, etc...)
- Organisation de la banque d'images de spectre radio : 30%
Pour ceci, 3 sources seront utilisées :
 - Des spectres déjà disponibles chez INEO DEFENSE
 - Exploiter un capteur permettant d'acquérir des spectres radio réel. Pour ceci, des campagnes de capture sur le terrain sont à organiser ;
 - Générer des spectres par un outil de simulation qui sera mis à disposition.Ces sources sont complémentaires : les spectres captés permettent d'obtenir un très grand volume de spectres mais qui seront non documentés, les spectres d'INEO sont des spectres réels documentés de manière manuelle (et donc avec des possibilités d'erreurs), les spectres synthétiques sont par nature parfaitement et totalement documentés.
- Concevoir et tester des réseaux de neurones sur cette base d'apprentissage et de test : 40%
Pour cela, une bibliothèque de « deep learning » en PYTHON / THEANO sera mise à disposition, permettant de mettre en œuvre rapidement un code fonctionnel sur GPU (Graphics Processing Unit).

● OBJECTIFS PEDAGOGIQUES :

A l'issue de ce projet les élèves devraient être capables de :

- Mettre en œuvre sur le terrain un capteur de surveillance radio
- D'implémenter et de tester des méthodes de classification du type « deep learning »
- Recenser les différents types de signaux du spectre radio.

● PRE-REQUIS:

Connaissances en traitement du signal et des images, Python. Intérêt pour l'apprentissage automatique.