

Projet S4 - Groupe 52

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

Année 2015/2016

Encadrants techniques : M SOCHELEAU François-Xavier (Dept. S&C) M
ROUSSEAU François (Dept. ITI)

Groupe de pilotage : M FLEURY Rolland (Dept. Micro Ondes)
Mme MÉNARD Pascale (Dept. Informatique)

Partenaire extérieur : M RIVIÈRE Jean-Michel (INEO DÉFENSE)

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

Ce projet a pour but de créer un démonstrateur de la viabilité de la technologie de réseau neuronal profond (*deep learning*) pour l'identification de signaux radios. Celui-ci devra être capable d'identifier le type de modulation d'un signal à partir de son spectrogramme, facilitant ainsi l'analyse du spectre radio. La constitution d'une banque de données est donc un élément primordiale de ce projet.

1. Présentation et contexte du projet

INEO Défense, filiale du groupe ENGIE, est une entreprise qui conçoit et maintient des systèmes divers dans le domaine de la guerre électronique [1]. Parmi eux, des capteurs d'écoute, d'attaque, d'identification de menaces, des systèmes de localisation, de protection ou de communication radio. Dans le cadre de la guerre électronique, il est très utile de pouvoir analyser le spectre radio environnant [2]. Ce projet se propose d'offrir une nouvelle approche pour y arriver, basée sur la méthode d'apprentissage automatisé. La méthode utilise ici un réseau de neurones artificiels profond [3] pour apprendre à reconnaître des éléments, dans notre cas, des types de modulation.

2. Méthodologie développée pour aboutir

Nous avons commencé par identifier différents lots de travail, eux-mêmes regroupant différentes tâches. Parmi eux, un lot d'étude bibliographique pour mieux appréhender ces nouvelles problématiques, un lot de construction de la banque de données afin d'obtenir de bons résultats de reconnaissance, ainsi qu'un lot de développement du démonstrateur en lui-même. Les phases de développement et de constitution de la banque de données se sont déroulées en parallèle car elles sont étroitement liées.

3. Développement des différentes tâches et principaux résultats

Après une première phase d'analyse du besoin, notre groupe s'est concentré sur trois principaux lots.

3-1. Étude bibliographique

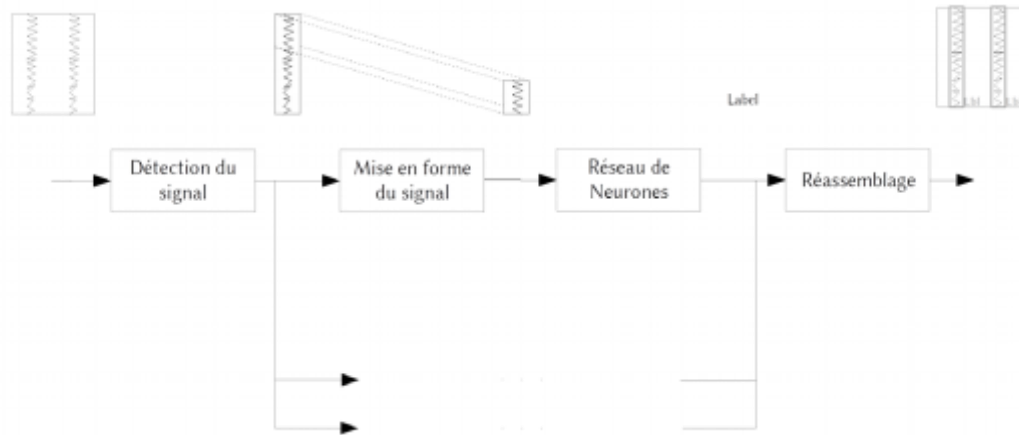
Afin d'accomplir les tâches liées au développement, il a été nécessaire de mener à bien une étude bibliographique. Celle-ci portait sur la guerre électronique, les classifications radios et les techniques classiques de *deep learning*. Certains membres ont également suivi des formations en ligne sur l'utilisation de certains outils pour l'implémentation de réseaux de neurones. Ces recherches ont fait l'objet de résumés structurés et référencés.

3-2. Constitution de la banque de données

INEO Défense nous a fourni un grand nombre de signaux que nous avons triés, renommés et organisés afin de constituer la meilleure banque de données possible. De plus, dans le but compléter cette banque de données et de valider notre démonstrateur, nous avons également fait l'acquisition d'un système de captation SDR (Software Defined Radio) dans la bande 70-1000MHz.

3-3. Développement du démonstrateur

La solution technique retenue pour le démonstrateur est organisée selon le schéma suivant.



Le premier module permet d'analyser un signal large bande et d'en extraire l'information selon des signaux en bande étroite (ce qui permet de se ramener aux exemples de la banque de données), le second module met en forme le spectrogramme pour le réseau de neurones, le troisième module reconnaît le type de modulation à l'aide du réseau de neurones, et le quatrième génère l'image du spectrogramme analysé. Deux approches ont été développées et comparées pour le réseau de neurones : l'une supervisée (CNN)[4] et l'autre non supervisée (SDA)[5]. Les tâches ont alors été réparties selon les compétences des membres du groupe.

4. Conclusions et perspectives

Ce projet nous a permis d'appréhender de nouvelles thématiques comme par exemple la guerre électronique ou les réseaux de neurones profonds, thématiques aujourd'hui incontournables pour un ingénieur. Les résultats intermédiaires sont très encourageants (plus de 99% de taux de validation sur signaux réels, factices et mélangés pour le réseau supervisé) et permettent de confirmer la viabilité du *deep learning* pour l'analyse du spectre radio. Ce système pourrait être encore amélioré en remplaçant le premier module de détection par un module utilisant un réseau de neurones, ce qui permettrait de mieux détecter les signaux, en particulier dans des conditions difficiles (fort bruit ou superposition partielle de plusieurs signaux).

Bibliographie

- [1] ENGIE Ineo, *INEO Défense*, consultable sur : <http://www.engie-ineo.fr/defense> (22.05.2016)
- [2] Daniel Ventre, *La guerre de l'information*, Paris, France, Lavoisier 2007, ISBN 9782746218833
- [3] Nielsen Michael, *Neural Networks & Deep Learning*, Determination Press, 2015, consultable sur http://neuralnetworksanddeeplearning.com/chap_1.html (22.05.2016)
- [4] Deep Learning, *Convolutional Neural Networks (LeNet)*, consultable sur <http://deeplearning.net/tutorial/lenet.html#lenet> (23.05.2016)
- [5] Deep Learning, *Stacked Denoising Autoencoders*, consultable sur <http://deeplearning.net/tutorial/SdA.html#sda> (23.05.2016)

