

## Débruitage de signaux et images avec « *deep learning* »

La réduction de bruit est souvent une étape cruciale en traitement de signaux et images : les performances des méthodes de détection, estimation, classification dépendent fortement du rapport signal sur bruit de signaux et images traités. A titre d'exemple, le taux d'erreur d'un système de reconnaissance vocale augmente considérablement en présence du bruit.

Dans un problème de débruitage, à partir d'une ou plusieurs réalisations d'un signal bruité  $x[n]=s[n]+b[n]$ , avec  $s[n]$  un signal utile et  $b[n]$  un bruit indésirable, l'objectif est de fournir une bonne estimation du signal utile.

Plusieurs méthodes de débruitage, basées sur différentes hypothèses sur les caractéristiques de signal et bruit, ont été proposées. La soustraction spectrale, le filtrage de Wiener, le débruitage par la transformée en ondelettes, et le débruitage avec référence de bruit en sont quelques exemples.

Alors que ces méthodes classiques sont principalement basées sur des modèles, il existe une autre classe de méthodes de débruitage, basée sur « l'apprentissage à partir d'exemples ». L'approche la plus utilisée est la conception d'un réseau de neurones artificiel, de type perceptron multicouches, qui fournit une estimation du signal utile  $s[n]$  en sortie lorsqu'on place la version bruitée du même signal,  $x[n]$ , en son entrée. Le réseau est d'abord entraîné de manière supervisée avec une base de données contenant un grand nombre de réalisations des signaux  $s[n]$  et  $x[n]$ . Pendant cette phase d'apprentissage, les paramètres du réseau sont adaptés avec un algorithme d'optimisation pour faire associer chaque  $s[n]$  à  $x[n]$  correspondant. Après l'apprentissage, les paramètres du réseau sont figés. Si la taille de la base d'apprentissage et la taille du réseau sont suffisamment grandes, le réseau peut ensuite généraliser ce qu'il a appris, c'est-à-dire débruiter une réalisation du signal  $x[n]$  qui n'était pas présente dans la base d'apprentissage.

Même si ces méthodes de débruitage existent depuis au moins une vingtaine d'années, elles sont devenues populaires récemment (sous l'appellation de « *deep learning* ») grâce à l'apparition de calculateurs puissants qui permettent d'augmenter la profondeur des réseaux de neurones utilisés et la taille des bases d'apprentissage.

Le présent travail a pour but la mise en œuvre sous Matlab ou Python d'une méthode de débruitage avec *deep learning* et l'évaluation de ses performances en fonction de la taille du réseau, la taille de la base d'apprentissage, et le rapport signal sur bruit. Une étude théorique, ayant pour but la compréhension de cette méthode, précédera la mise en œuvre.

**Encadrant** : S. Hosseini (shahram.hosseini@irap.omp.eu)