

# Développement d'une interface Matlab pour la visualisation de spectres de singularités

## Contexte :

Dans le cadre du projet ANR « Fraclettes », l'étude de courbes et surfaces rugueuses (souvent représentées par des courbes/surfaces autosimilaires) a mené à l'analyse multi-fractale de courbes et de surfaces fractales (générées par un processus itératif).

Le spectre multi-fractal ou spectre de singularités permet d'analyser la répartition des irrégularités d'un signal. Pour l'obtenir, plusieurs méthodes de calcul (ou algorithmes) existent dans la littérature. Le plus pertinent lorsqu'il s'agit de courbes autosimilaires est celui utilisant la décomposition en ondelettes discrètes et les coefficients dominants [1]. C'est celui-ci qui est actuellement développé sous Matlab (à partir de la toolbox « Wavelets ») et utilisé jusqu'ici pour l'analyse de signaux 1D. Les signaux actuellement pris en charge sont ceux correspondant à des fonctions du type  $(t, f(t))$  avec un échantillonnage régulier en  $t$ . Il est maintenant tout à fait possible d'imaginer la même analyse à partir d'un échantillonnage non régulier en  $t$ .

## Sujet :

Le projet consiste à réaliser une interface Matlab permettant :

- l'analyse en ondelettes discrètes sur des signaux  $(t, f(t))$  échantillonnés non régulièrement, avec choix possible de l'ondelette d'analyse,
- le calcul du spectre multi-fractal par la méthode des coefficients dominants (dont le code est disponible pour les signaux réguliers),
- de visualiser la différence des spectres de deux signaux.

## L'analyse se fera :

- soit à partir d'un signal quelconque dessiné dans l'interface par l'utilisateur,
- soit à partir d'un signal généré par une FIF (Fractal Interpolation Function) : code déjà implanté pour cette génération.

## Référence :

[1] Jaffard S, Abry P, Lashermes B. **Wavelet leaders in multifractal analysis**. In: Springer, ed. Wavelet analysis and Applications, 2005

## Encadrement

- Céline Roudet ([Celine.Roudet@ubfc.fr](mailto:Celine.Roudet@ubfc.fr))
- Sandrine Lanquetin ([Sandrine.Lanquetin@u-bourgogne.fr](mailto:Sandrine.Lanquetin@u-bourgogne.fr)) ?
- Michaël Roy ([michael.roy@ubfc.fr](mailto:michael.roy@ubfc.fr)) ?

# Problème inverse et Deep-Learning

## Contexte

Les modèles fractals permettent de synthétiser des formes complexes avec peu de paramètres. Ils ont été utilisés pour réaliser de la compression d'images avec des taux de compression remarquables. Cependant l'un des inconvénients majeurs de ces méthodes est le temps de compression. Ceci est lié à la difficulté de résoudre le problème inverse : étant donné une image ou une forme, trouver les paramètres du modèle permettant de l'approximer au mieux. Ce problème se pose également en modélisation géométrique : étant donné une montagne, un arbre ou une mousse, est-il possible de trouver un modèle de représentation fractal capable de l'approximer. Ce problème est réputé difficile et n'est pas résolu.

## Sujet

Nous proposons d'utiliser une approche de Deep-Learning pour résoudre le problème inverse. Cette étude sera appliquée dans un premier temps sur les courbes fractales. Le modèle de représentation utilisé sera les systèmes itérés de fonctions (IFS). L'entrée du réseau de neurones sera un échantillonnage d'une courbe ou surface fractale. La sortie sera les paramètres de l'IFS. Nous procéderons en 3 étapes :

- Génération de la base d'apprentissage et de la base de test. À partir d'un IFS décrivant une courbe/surface, seront générées des courbes/surfaces pour différentes valeurs de paramètres.
- Choix de la structure du réseau de neurones, en se basant sur les 2 précédents projets tuteurés réalisés sur le sujet, disponibles ici :
  - \* <https://cloud.u-bourgogne.fr/index.php/s/STxW3LemKWDR7aq>
  - \* <https://cloud.u-bourgogne.fr/index.php/s/6isETaFXaMcs9RB>
- **Apprentissage** : les couples (entrée = géométrie, sortie = paramètres) de la base d'apprentissage seront utilisés pour entraîner le réseau. Une étude de convergence sera réalisée et si nécessaire des adaptations de la configuration du réseau.
- **Tests** : deux types de tests seront réalisés, le premier à partir de la base de test, le second en utilisant le réseau comme générateur de courbe.
- Le réseau sera utilisé pour représenter des courbes du monde réel comme des profils de montage, ou des profils d'état de surface, ...

Une première version de ce travail a été réalisée avec succès, mais était limité à un type de courbe particulière (sans points de contrôle). Une adaptation du réseau sera nécessaire pour traiter les courbes définies à partir de points de contrôle (génération des bases d'apprentissage et de tests, modification des paramètres de sortie du réseau).

Si les résultats sur les courbes sont satisfaisants, nous pourrons réaliser des tests sur des surfaces.

## Encadrement

- Céline Roudet ([Celine.Roudet@ubfc.fr](mailto:Celine.Roudet@ubfc.fr))
- Sandrine Lanquetin ([Sandrine.Lanquetin@u-bourgogne.fr](mailto:Sandrine.Lanquetin@u-bourgogne.fr)) ?
- Michaël Roy ([michael.roy@ubfc.fr](mailto:michael.roy@ubfc.fr)) ?