

UNIVERSITÉ DE TOURS

ÉCOLE DOCTORALE MIPTIS

Laboratoire d'Informatique Fondamentale et Appliquée de Tours (EA 6300)

THÈSE présentée par :

Maxime Martineau

soutenue le : 13/11/2019

pour obtenir le grade de Docteur de l'Université de Tours

Discipline/Spécialité : Informatique

**Deep learning onto graph space : application to image-based
insect recognition**

THÈSE DIRIGÉE PAR :

Donatello CONTE Maître de Conférences, HDR, Université de Tours

RAPPORTEURS :

Luc BRUN Professeur des Universités, École Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Caen

Kaspar RIESEN Professeur, University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland

JURY :

Luc BRUN Professeur des Universités, École Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Caen, France

Donatello CONTE Maître de Conférences, HDR, Université de Tours

Romain RAVEAUX Maître de Conférences, HDR, Université de Tours

Kaspar RIESEN Professeur, University of Applied Sciences and Arts Northwestern Switzerland

Gilles VENTURINI Professeur des Universités, Université de Tours

Christel VRAIN Professeure des Universités, Université d'Orléans

Maxime Martineau

Apprentissage profond dans l'espace des graphes : application à la reconnaissance d'images d'insectes

Résumé :

Le but de cette thèse est d'étudier la reconnaissance d'insectes comme un problème de reconnaissance des formes basé images. Bien que ce problème ait été étudié en profondeur au long des trois dernières décennies, un aspect reste selon nous toujours à expérimenter à ce jour : les approches profondes (deep learning). À cet effet, la première contribution de cette thèse consiste à déterminer la faisabilité de l'application des réseaux de neurones convolutifs profonds (CNN) au problème de reconnaissance d'images d'insectes. Les limitations majeures ont les suivantes: les images sont très rares et les cardinalités de classes sont hautement déséquilibrées. Pour atténuer ces limitations, le *transfer learning* et la pondération de la fonction de coûts ont été employés. Des méthodes basées graphes sont également proposées et testées. La première consiste en la conception d'un classificateur de graphes de type *perceptron*. Le second travail basé sur les graphes de cette thèse est la définition d'un opérateur de convolution pour construire un modèle de réseaux de neurones convolutifs s'appliquant sur les graphes (GCNN.) Le dernier chapitre de la thèse s'applique à utiliser les méthodes mentionnées précédemment à des problèmes de reconnaissance d'images d'insectes. Deux bases d'images sont ici proposées. La première est constituée d'images prises en laboratoire sur arrière-plan constant. La seconde base est issue de la base ImageNet. Cette base est composée d'images prises en contexte naturel. Les CNN entraînés avec *transfer learning* sont les plus performants sur ces bases d'images.

Mots clés : apprentissage profond, graphe, insectes, arthropodes, réseaux de neurones, convolution

Deep learning onto graph space : application to image-based insect recognition

Abstract :

The goal of this thesis is to investigate insect recognition as an image-based pattern recognition problem. Although this problem has been extensively studied along the previous three decades, an element is to the best of our knowledge still to be experimented as of 2017: deep approaches. Therefore, a contribution is about determining to what extent deep convolutional neural networks (CNNs) can be applied to image-based insect recognition. Graph-based representations and methods have also been tested. Two attempts are presented: The former consists in designing a graph-perceptron classifier and the latter graph-based work in this thesis is on defining convolution on graphs to build graph convolutional neural networks. The last chapter of the thesis deals with applying most of the aforementioned methods to insect image recognition problems. Two datasets are proposed. The first one consists of lab-based images with constant background. The second one is generated by taking a ImageNet subset. This set is composed of field-based images. CNNs with *transfer learning* are the most successful method applied on these datasets.

Keywords : deep learning, graph, insects, arthropods, neural networks, convolution