

THESE DE DOCTORAT

IMT ATLANTIQUE

COMUE UNIVERSITE BRETAGNE LOIRE

ECOLE DOCTORALE N° 601

*Mathématiques et Sciences et Technologies
de l'Information et de la Communication*
Spécialité : *Informatique – Intelligence Artificielle*

Par Jean-Charles VIALATTE

Convolution et Apprentissage profond sur graphes *On Convolution of graph signals and Deep learning on graph domains*

Thèse présentée et soutenue à Brest, le 13 décembre 2018
Unité de recherche : Dpt ELEC/ITI/LUSSI laboratoire Lab-STICC

Composition du Jury :

Paulo Goncalves	Directeur de recherche, ENS Lyon (président)
Pierre Borgnat	Directeur de recherche, ENS Lyon (rapporteur)
Matthias Löwe	Professeur, Université de Münster (rapporteur)
Juliette Mattioli	Senior expert, Thales, Palaiseau (membre)
Gilles Coppin	Professeur, IMT Atlantique, Brest (directeur de thèse)
Vincent Gripon	Chargé de recherche, IMT Atlantique, Brest (encadrant)
Mathias Herberts	Directeur technique et scientifique, SenX, Guipavas (invité)

Titre : Convolution et Apprentissage profond sur graphes

Mots clés : convolution, apprentissage profond, traitement du signal sur graphes, théorie des représentations

Résumé : Pour l'apprentissage automatisé de données régulières comme des images ou des signaux sonores, les réseaux convolutifs profonds s'imposent comme le modèle de deep learning le plus performant. En revanche, lorsque les jeux de données sont irréguliers (par exemple : réseau de capteurs, réseau de citations, IRMs), ces réseaux ne peuvent pas être utilisés.

d'un graphe, et possédant des propriétés liées aux arrêtes.

A l'aide de ces convolutions, nous proposons des extensions des réseaux convolutifs à des structures de graphes. Nos recherches nous conduisent à proposer une formulation générique de la propagation entre deux couches de neurones que nous appelons la contraction neurale. De cette formule, nous dérivons plusieurs nouveaux modèles de réseaux de neurones, applicables sur des domaines irréguliers, et qui font preuve de résultats au même niveau que l'état de l'art voire un peu meilleurs pour certains.

Dans cette thèse, nous développons une théorie algébrique permettant de définir des convolutions sur des domaines irréguliers, à l'aide d'actions de groupe (ou de groupoïde) agissant sur les sommets

Title : On Convolution of graph signals and Deep learning on graph domains

Keywords : convolution, deep learning, graph signal processing, representation theory

Abstract : Convolutional neural networks have proven to be the deep learning model that performs best on regularly structured datasets like images or sounds. However, they cannot be applied on datasets with an irregular structure (e.g. sensor networks, citation networks, MRIs).

and that have properties that depend on the edges.

In this thesis, we develop an algebraic theory of convolutions on irregular domains. We construct a family of convolutions that are based on group actions (or groupoid actions) that act on the vertex domain,

With the help of these convolutions, we propose extensions of convolutional neural networks to graph domains. Our researches lead us to propose a generic formulation of the propagation between layers, that we call the neural contraction. From this formulation, we derive many novel neural network models that can be applied on irregular domains. Through benchmarks and experiments, we show that they attain state-of-the-art performances, and even a bit better in some cases.