

# Sum-Product Networks versus Probabilistic Relational Models

**Thématique** : graphical model, deep architecture, learning, bayesian networks

**Équipe d'accueil** : DECISION - LIP6

**Laboratoire d'accueil** : LIP6

**Lieu** : Paris

**Encadrants** : Pierre-Henri Wuillemin

**Gratification** :  $\approx$  550 euros / mois

## Contexte

Le modèle étudié est celui des *SPN* : *Sum-Product Networks*. Le modèle SPN est un nouveau type de modèle d'apprentissage automatique muni d'algorithmes d'inférence probabiliste exacte et rapide sur de nombreuses couches. Contrairement aux modèles graphiques, les SPN permettent de traiter des modèles à large *treewidth*. Les SPN sont une architecture profonde avec une sémantique probabiliste complète, qui peuvent donc incorporer un grand nombre de *features* dans un modèle expressif sans nécessiter d'inférence approximative.

Les SPN ont obtenu des résultats impressionnants sur de nombreux jeux de données, notamment :

- *Image completion*
- *Image classification*
- *Activity recognition*
- *Click-through logs*
- *Nucleic acid sequences*
- *Collaborative filtering*

Les grands désavantages des SPN se situent sur l'apparition d'un grand nombre de facteurs dénués de sémantique. En ce sens, malgré la sémantique probabiliste sous-jacente, ces modèles se situent plus dans la classe des modèles "boîtes noires" que les modèles graphiques classiques. Une question importante est donc celle de la relation, la comparaison et la possible articulation possible entre modèles graphiques classiques, en particulier des modèles également de grande taille appelée PRM (modèle relationnel probabiliste), porteurs de sens, et SPN, outil efficace d'inférence et d'apprentissage profond.

L'équipe Décision conduit des recherches sur les modèles relationnels probabilistes. Elle met en œuvre ses méthodes dans une librairie C++ conçue pour faciliter le développement d'applications utilisant des modèles graphiques tels que les réseaux Bayésiens (Naim, 2007) (`aGrum` <http://agrumbot.github.io>).

## Sujet

L'objectif du stage est d'étudier le rapport entre PRMs et SPNs. Il s'agira dans un premier temps d'étudier précisément le modèle SPN. En particulier, une implémentation des algorithmes principaux est attendu. Dans un second temps, on étudiera les différences, similarités et articulation entre SPNs et PRMs. Le but final étant l'étude de la pertinence d'un modèle hybride, voire d'outils de transformation d'un modèle à l'autre.

La programmation s'effectuera en C++ ou en python.

## Ressources

<https://github.com/arranger1044/awesome-spn>

Zhao, Han and Melibari, Mazen and Poupart, Pascal

On the Relationship between Sum-Product Networks and Bayesian Networks

ICML 2015

Robert Peharz and Antonio Vergari and Karl Stelzner and Alejandro Molina and Martin Trapp and Kristian Kersting and Zoubin

Probabilistic Deep Learning using Random Sum-Product Networks

[arxiv.org/abs/1806.01910](https://arxiv.org/abs/1806.01910)

Tahrima Rahman and Vibhav Gogate

Merging Strategies for Sum-Product Networks: From Trees to Graphs

UAI 2016

Rashwan, Abdullah and Kalra, Agastya and Poupart, Pascal and Doshi, Prashant and Trimponias, George and Hsu, Wei-Shou

Online Structure Learning for Feed-Forward and Recurrent Sum-Product Networks

NIPS 2018

Trapp, Martin and Peharz, Robert and Skowron, Marcin and Madl, Tamas and Pernkopf, Franz and Trapp, Robert

Structure Inference in Sum-Product Networks using Infinite Sum-Product Trees

Workshop on Practical Bayesian Nonparametrics at NIPS 2016

Vergari, Antonio and Di Mauro, Nicola and Esposito, Floriana  
Simplifying, Regularizing and Strengthening Sum-Product Network Structure Learning  
ECML-PKDD 2015

Rooshenas, Amirmohammad and Lowd, Daniel  
Learning Sum-Product Networks with Direct and Indirect Variable Interactions  
ICML 2014