

# Combiner les approches variationnelles et CNN pour la colorisation d'images.

Proposition de sujet de thèse.

## 1 Enjeux du problème.

Ces dernières années, les réseaux de neurones convolutionnels (CNN) ont été employés avec succès pour des applications extrêmement variées. Ceux-ci sont des outils prédictifs très puissants qui sont capables d'apprendre sur de grandes quantités de données en grande dimension. Les réseaux en "U" sont adaptés à l'édition d'images et peuvent produire des résultats dans ce domaine. De la même manière les GAN peuvent générer des résultats à résolution élevée. En revanche, les artefacts et la stabilité des telles méthodes sont encore mal compris par la communauté scientifique.

En édition d'image, les méthodes variationnelles ont également connu un succès important notamment pour la résolution des problèmes inverses en traitement d'image (reconstruction tomographique, édition d'image, etc). Contrairement aux CNN, elles ne permettent pas une prédiction efficace et nécessitent de bonnes données en entrée. En revanche, elles permettent des résultats précis. Ces derniers sont également plus stables et des garanties sur les résultats (principe du maximum, par exemple) peuvent être apportées.

Associer les deux types de méthodes permettrait de tirer parti des avantages de chacun.

## 2 Contexte et état-de-l'art.

Le lien entre approches variationnelles et CNN a été introduit pour résoudre des problèmes inverses avec une régularisation basée sur l'apprentissage par [2] ou pour optimiser certains paramètres d'un schéma d'optimisation [1].

Dans le cas de [2] le schéma du réseau de neurones est faite en s'inspirant d'une méthode variationnelle. La partie apprentissage est utilisée comme une forme de régularisation du modèle variationnel de résolution d'un problème inverse.

La méthode développée par [1] consiste en un réseau de neurones profond dont les couches sont basées sur un schéma numérique inspiré d'un modèle variationnel. La partie apprentissage permet d'améliorer la convergence des itérés en optimisant les paramètres (pas de temps et paramètre d'attache aux données) en se basant sur une régression de l'image d'entrée grâce à un apprentissage profond.

L'utilisation des CNN en colorisation a mené à une quantité importante de contributions récentes. On peut diviser cette littérature en deux catégories de méthodes. Les premières se basent sur une évaluation de la distribution statistique des couleurs [4]. Le réseau va calculer en chaque pixel la probabilité qu'une couleur soit présente. Les secondes prennent en entrée une image en niveaux de gris et fournissent en sortie une image couleur, la plupart du temps sous la forme de canaux de chrominance [3]. Certaines méthodes utilisent un hybride des deux [5].

## 3 Axe de recherche.

L'objectif de la thèse est d'associer les méthodes variationnelles aux méthodes CNN. Cela permet de bénéficier de la capacité des CNN à estimer une sémantique de haut niveau et d'accroître la précision du résultat avec un modèle variationnel. Nous souhaitons avoir une approche combinant à la fois la puissance de prédiction des CNN et la stabilité des méthodes variationnelles.

Une première approche que l'on souhaite développer consiste à utiliser le CNN pour avoir une initialisation efficace de méthodes variationnelles existantes. Par la suite, la méthode variationnelle sera intégrée dans la phase d'apprentissage. Le cadre applicatif sera la colorisation d'images.

## 4 Encadrement.

Fabien Pierre (fabien.pierre@loria.fr) et Marie-Odile Berger.

## Références

- [1] Carla Bertocchi, Emilie Chouzenoux, Marie-Caroline Corbineau, Jean-Christophe Pesquet, and Marco Prato. *Deep Unfolding of a Proximal Interior Point Method for Image Restoration*. PhD thesis, CVN, CentraleSupélec, Université Paris-Saclay, Gif-Sur-Yvette, France . . . , 2018.
- [2] Davis Gilton, Greg Ongie, and Rebecca Willett. Neumann networks for inverse problems in imaging. *arXiv preprint arXiv :1901.03707*, 2019.
- [3] Satoshi Iizuka, Edgar Simo-Serra, and Hiroshi Ishikawa. Let there be Color! : Joint End-to-end Learning of Global and Local Image Priors for Automatic Image Colorization with Simultaneous Classification. *ACM Transactions on Graphics*, 35(4), 2016.
- [4] Richard Zhang, Phillip Isola, and Alexei A Efros. Colorful image colorization. In *European Conference on Computer Vision*, pages 1–16. Springer, 2016.
- [5] Richard Zhang, Jun-Yan Zhu, Phillip Isola, Xinyang Geng, Angela S Lin, Tianhe Yu, and Alexei A Efros. Real-time user-guided image colorization with learned deep priors. *ACM Transactions on Graphics*, 9(4), 2017.