

**Titre :** Optimisation d'hyper-paramètres en apprentissage profond et apprentissage par transfert - Applications en imagerie médicale

**Mots clés :** Apprentissage profond, imagerie médicale, apprentissage par transfert, déformation de modèles, segmentation

**Résumé :** Ces dernières années, l'apprentissage profond a complètement changé le domaine de vision par ordinateur. Plus rapide, donnant de meilleurs résultats, et nécessitant une expertise moindre pour s'en servir que les méthodes classiques de vision par ordinateur, l'apprentissage profond est devenu omniprésent dans tous les problèmes d'imagerie, y compris l'imagerie médicale.

Au début de cette thèse, il y avait encore un manque d'outils et de compréhension sur la construction de réseaux de neurones adaptés à des tâches spécifiques. Cela nous a conduit au sujet de l'optimisation d'hyper-paramètres de réseaux de neurones, qui sont les méthodes pour trouver automatiquement des réseaux de neurones adaptés à des tâches spécifiques. Cette thèse inclut une comparaison de certaines de ces méthodes, une amélioration en performance d'une de ces méthodes, l'optimisation bayésienne, et la proposition d'une nouvelle méthode d'optimisation d'hyper-paramètres basé sur la combinaison de deux méthodes existantes : l'optimisation bayésienne et hyper-

band.

Une fois équipé de ces outils, nous les avons utilisés pour des problèmes d'imagerie médicale : la classification de champs de vue en IRM, et la segmentation du rein en échographie 3D pour deux groupes de patients. Cette dernière tâche a nécessité le développement d'une nouvelle méthode d'apprentissage par transfert basé sur la modification du réseau de neurones source par l'ajout de nouvelles couches de transformations géométrique et d'intensité.

En dernière partie, cette thèse retourne vers les méthodes classiques de vision par ordinateur, et nous proposons un nouvel algorithme de segmentation qui combine les méthodes de déformations de modèles et l'apprentissage profond. Nous montrons comment utiliser un réseau de neurones pour prédire des transformations globales et locales sans accès aux vérités-terrains de ces transformations. Cette méthode est validée sur la tâche de la segmentation du rein en échographie 3D.

**Title :** Hyper-parameter optimization in deep learning and transfer learning - Applications to medical imaging

**Keywords :** Deep learning, medical imaging, transfer learning, template deformation, segmentation

**Abstract :** In the last few years, deep learning has changed irrevocably the field of computer vision. Faster, giving better results, and requiring a lower degree of expertise to use than traditional computer vision methods, deep learning has become ubiquitous in every imaging application. This includes medical imaging applications.

At the beginning of this thesis, there was still a strong lack of tools and understanding of how to build efficient neural networks for specific tasks. Thus this thesis first focused on the topic of hyper-parameter optimization for deep neural networks, i.e. methods for automatically finding efficient neural networks on specific tasks. The thesis includes a comparison of different methods, a performance improvement of one of these methods, Bayesian optimization, and the proposal of a new method of hyper-parameter optimization by combining two existing methods: Bayesian optimi-

zation and Hyperband.

From there, we used these methods for medical imaging applications such as the classification of field-of-view in MRI, and the segmentation of the kidney in 3D ultrasound images across two populations of patients. This last task required the development of a new transfer learning method based on the modification of the source network by adding new geometric and intensity transformation layers.

Finally this thesis loops back to older computer vision methods, and we propose a new segmentation algorithm combining template deformation and deep learning. We show how to use a neural network to predict global and local transformations without requiring the ground-truth of these transformations. The method is validated on the task of kidney segmentation in 3D US images.

