

Résumé:

Le développement de sources de rayons X hautement cohérentes, telles que les installations de rayonnement synchrotron de troisième génération, a contribué de manière significative à l'avancement de l'imagerie à contraste de phase. Le haut degré de cohérence de ces sources permet une mise en œuvre efficace des techniques de contraste de phase et peut augmenter la sensibilité de plusieurs ordres de grandeur.

Cette nouvelle technique d'imagerie a trouvé des applications dans un large éventail de domaines, notamment la science des matériaux, la paléontologie, la recherche sur les os, la médecine et la biologie. Elle permet l'imagerie d'échantillons à faible absorption, pour lesquels les méthodes traditionnelles basées sur l'absorption ne permettent pas d'obtenir un contraste suffisant. Plusieurs techniques d'imagerie sensibles à la phase ont été mises au point, dont l'imagerie basée sur la propagation, qui ne nécessite aucun équipement autre que la source, l'objet et le détecteur.

Bien que l'intensité puisse être mesurée à une ou plusieurs distances de propagation, l'information sur la phase est perdue et doit être estimée à partir de ces figures de diffraction, un processus appelé récupération de phase. Dans ce contexte, la récupération de phase est un problème inverse non linéaire mal posé. Diverses méthodes classiques ont été proposées pour récupérer la phase, soit en linéarisant le problème pour obtenir une solution analytique, soit par des algorithmes itératifs. L'objectif principal de cette thèse était d'étudier ce que les nouvelles approches d'apprentissage profond pourraient apporter à ce problème de récupération de phase. Plusieurs algorithmes d'apprentissage profond ont été proposés et évalués pour résoudre ce problème.

Abstract:

The development of highly coherent X-ray sources, such as third-generation synchrotron radiation facilities, has significantly contributed to the advancement of phase contrast imaging. The high degree of coherence of these sources enables efficient implementation of phase contrast techniques, and can increase sensitivity by several orders of magnitude. This novel imaging technique has found applications in a wide range of fields, including material science, paleontology, bone research, medicine, and biology. It enables the imaging of samples with low absorption constituents, where traditional absorption-based methods may fail to provide sufficient contrast. Several phase-sensitive imaging techniques have been developed, among them, propagation-based imaging requires no equipment other than the source, object and detector.

Although the intensity can be measured at one or several propagation distances, the phase information is lost and must be estimated from those diffraction patterns, a process called phase retrieval. Phase retrieval in this context is a nonlinear ill-posed inverse problem. Various classical methods have been proposed to retrieve the phase, either by linearizing the problem to obtain an analytical solution, or by iterative algorithms. The main purpose of this thesis was to study what new deep learning approaches could bring to this phase retrieval problem. Several deep learning algorithms have been proposed and evaluated to address this problem.