

Invitation à la soutenance de thèse

METHODES DIFFERENTIELLES POUR LA CONCEPTION DES SYSTEMES
OPTIQUES A FORME LIBRE

DIFFERENTIAL METHODS FOR THE DESIGN OF FREEFORM OPTICAL SYSTEMS

Jean-Baptiste Volatier

Vendredi 29 novembre 2024 à 15h00

Amphi A2 - Bâtiment 625 (Hbar)
625 Rue Louis de Broglie, 91190 Orsay

Devant le jury composé de :

Simon Thibault	LRIO	Rapporteur
Stefan Bäumer	TNO	Rapporteur
Marc Ferrari	LAM	Examineur
Marie-Anne Burcklen	IOGS	Examinatrice
Quentin Mérigot	LMO	Examineur
Guillaume Druart	DOTA, ONERA	Directeur de thèse

Résumé :

Les progrès en fabrication et en métrologie des surfaces optiques rendent possible l'utilisation des surfaces optiques à forme libre (freeform) dans la conception de systèmes optiques destinés à de nombreuses applications. Les surfaces optiques freeform ne sont pas des formes simples telles que les sphères ou les coniques. La conception optique cherche un compromis entre des priorités contradictoires (minimiser le volume et améliorer la résolution par exemple) et les surfaces optiques freeform permettent de concevoir des systèmes qui offrent de meilleurs compromis que les systèmes classiques.

Cependant, les surfaces optiques freeform requièrent l'usage d'un grand nombre de degrés de liberté pour décrire leur géométrie. Cette large dimensionalité pose problème pour les méthodes classiques de conception optique.

Dans cette thèse, j'ai étudié des méthodes différentielles pour la conception des surfaces optiques freeform. J'ai ainsi montré que la différentiation implicite du principe de Fermat et l'utilisation de la différentiation automatique permet de concevoir un code de conception optique totalement différentiable. La différentiabilité est nécessaire pour utiliser des méthodes d'optimisation en grandes dimensions et optimiser des représentations de surfaces freeform telles que les « non-uniform rational b-splines » (NURBS). J'ai aussi montré que le même formalisme mathématique permet de définir des méthodes de conception par construction directe des surfaces qui contournent totalement le problème de la grande dimensionalité des systèmes optiques freeform. Les travaux de cette thèse ont aussi eu des retombées en co-conception. En effet les algorithmes d'entraînement actuellement utilisées en IA nécessitent des modèles différentiables et ont donc bénéficié du code de calcul implémenté dans cette thèse.

Mots clés :

conception optique, optimisation, différentiation automatique, NURBS, freeform