

Titre : Exploitation de l'analyse topologique d'une structure algébrique pour la modélisation et la manipulation parallèle, distribuée et out-of-core de maillage dans le cadre de la visualisation d'imagerie médicale.

Directeur : Philippe Meseure (philippe.meseure@univ-poitiers.fr)

Co-directeur : Hakim Ferrier-Belhaouari (hakim.ferrier.belhaouari@univ-poitiers.fr)

Contexte et description de la thèse :

Les avancées en imagerie médicale, comme l'imagerie par résonance magnétique (IRM), ont entraîné une augmentation massive de la quantité et de la résolution des données à analyser. Ainsi, notre partenaire le CHU de Poitiers avec son IRM 7T ont grandement confirmé cette tendance pour capturer des détails du vivant et produire des images avec des modalités différentes. Pour développer des outils efficaces d'exploration et de visualisation de ces données, il est crucial de disposer de modèles de maillages précis et adaptés. Ces maillages, souvent volumineux et complexes, posent de nombreux défis en termes de stockage, de manipulation et de traitement d'opérations complexes.

L'utilisation d'une structure géométrique pour la représentation des maillages issus de l'imagerie médicale repose bien souvent sur une gestion des adjacences/incidences à différentes cellules topologiques. Ainsi, XLIM a développé un ensemble d'outils dédiés à la structure des cartes combinatoires généralisées (G-cartes), nommée Jerboa, capable d'exploiter les transformations de graphes pour décrire des opérations topologiques complexes sur un formalisme mathématique. Ce nouveau formalisme de représentation d'opérations a permis de paralléliser certains traitements spécifiques. En particulier son utilisation dans des algorithmes d'analyse topologique a permis de donner une nouvelle vision de l'analyse topologique des objets (en particulier le graphe de Reeb) pour optimiser des traitements de qualité pour l'imagerie médicale, en décrivant de manière robuste et concise des formes complexes.

Ainsi, l'exploration de ces outils mathématiques ouvre des perspectives nouvelles pour concevoir des modèles plus performants et adaptés aux systèmes parallèles et distribués, ainsi qu'aux architectures *out-of-core* (où les données ne peuvent pas être totalement chargées en mémoire), pour la visualisation volumique de maillage médicaux.

Objectifs de la thèse :

Cette thèse vise à améliorer la manipulation des maillages pour la visualisation et le traitement d'imagerie médicale, en exploitant le formalisme présent dans Jerboa. En particulier, l'application de nouveaux invariants topologiques parallèles pour les aspects d'analyse topologique, la création d'une opération de convexification (pour obtenir un maillage volumique convexe) comme traitement parallèles et distribués, ainsi qu'une gestion de la mémoire pour réaliser des traitements complexes sur des maillages ne pouvant pas loger intégralement en mémoire.

