

Estimation des orientations et des déformations à partir de projections tomographiques non-orientées

Thématique : informatique de l'image

Laboratoire d'accueil

ICube (UMR 7357) CNRS-Univ. de Strasbourg)
Parc d'Innovation, Boulevard Sébastien Brant, BP 10413,
67412 Illkirch Cedex
FRANCE

Encadrement

Étienne BAUDRIER (baudrier@unistra.fr), bur. C221, tel : 03 68 85 44 94, équipe MIV, ICube
Loïc Mazo (loic.mazo@unistra.fr), bur. C219, tel : 03 68 85 44 96, équipe MIV, ICube

mots-clefs : tomographie, réduction de dimension, microscopie électronique, reconstruction tridimensionnel, macromolécule

Gratification : disponible dans le cadre du projet RHODES.
Poursuite en thèse possible dans le cadre du projet RHODES.

Cadre général

Ce sujet de stage s'inscrit dans le projet RHODES sur la tomographie appliquée à la microscopie électronique avec comme objectif l'amélioration des méthodes de reconstruction spatiale de protéines en biologie moléculaire (voir figure 1).

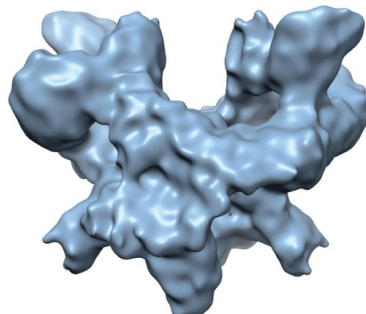


FIGURE 1 – Exemples d'objets 3D à reconstruire (protéine TAF4) [P.Schultz]

Positionnement et objectifs scientifiques

La tomographie permet de reconstituer un objet (2D ou 3D) à partir d'un ensemble de projections de cet objet selon différents angles. Elle est notamment utilisée dans les scanners médicaux. Dans ce cas, l'angle correspondant à chaque projection est connu et utilisé pour la reconstruction de l'objet. Dans certaines applications (dont la cryotomographie électronique), les projections sont acquises sans avoir d'information sur les angles de projection correspondant. Ce cas de figure a été largement étudié sans pour autant aboutir à une solution universelle. En particulier, le cas (réel) de reconstruction d'objets déformables fait l'objet de recherches actives (notamment dans l'équipe *Architecture des systèmes nucléoprotéiques par microscopie électronique 3-D* de P.Schultz, IGBMC, avec laquelle on collabore). C'est un enjeu important car de nombreux objets étudiés actuellement par la tomographie sont en fait déformables. Le cas de la tomographie où les projections sont orientées est déjà bien traité, mais le cas (qui nous intéresse) où leurs orientations ne sont pas connues est traité actuellement par raffinement à partir d'une première reconstruction de l'objet [LN07].

Nous proposons d'utiliser une réduction de dimension pour estimer les paramètres d'angle et de déformation (voir figure 2).

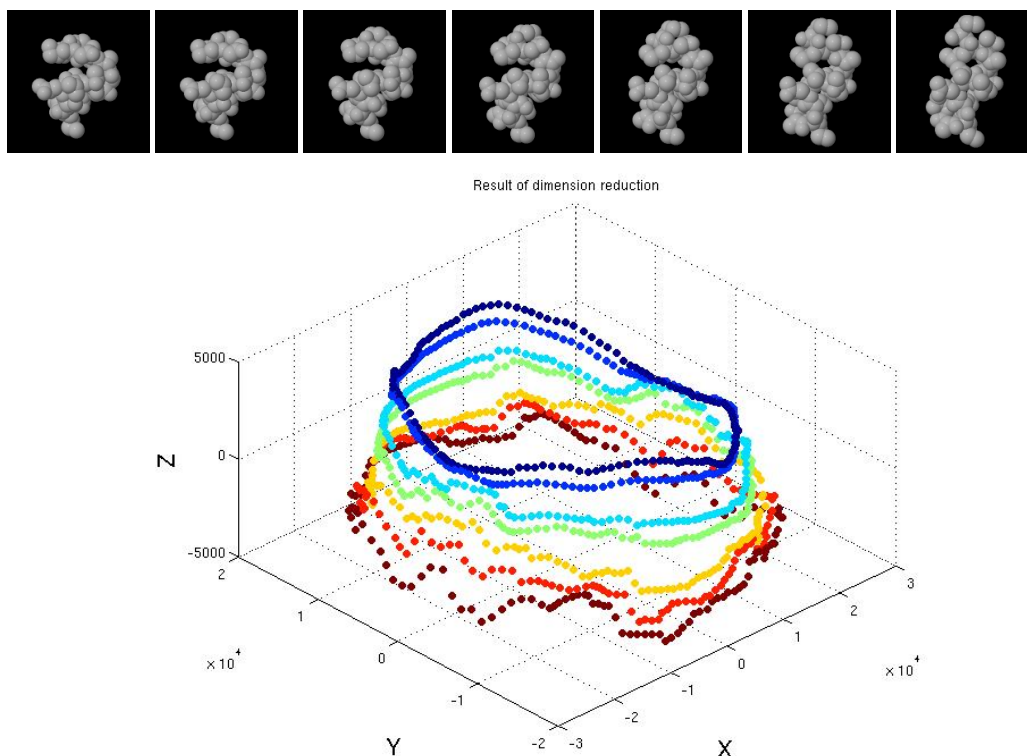


FIGURE 2 – En haut : échantillonnage d'une déformation continue en 7 états d'une macromolécule représentée en 2D. En bas : résultat de la réduction de dimension (dimensions 1,2 et 7) effectuée directement sur les projections de l'objet 2D (150 pour chacun des états au-dessus). Les couleurs sont artificielles et indiquent l'appartenance à une des 7 conformations. Ce résultat est une base pour l'estimation des orientations et états conformationnels sans permettre de les estimer directement.

Deux étapes sont nécessaires :

1. l'estimation de la distance géodésique entre les projections et des dimensions géodésiques principales,
2. puis paramétrisation des projections dans l'espace réduit.

L'estimation des orientations par réduction de dimension a déjà été étudiée par Singer et Wu [SW13] dans le cas 2D bruité. Cependant, le cas avec déformation ou celui 3D ne sont pas traités. C'est l'objet de ce stage.

Il s'agira dans un premier temps d'étudier les différentes estimations de la distance géodésique et leur robustesse, puis d'effectuer la paramétrisation des projections, en incluant les informations disponibles sur la géométrie de l'ensemble des projections.

Plan de travail proposé

- Etude bibliographique ;
- Etude de la distance géodésique en 2D ;
- influence de l'échantillonnage sur la réduction de dimension ;
- paramétrisation des projections ;
- expérimentation et validation (différentes tailles d'image) ;
- robustesse au bruit
- cas 3D ;
- rédaction du rapport.

Compétences souhaitées

- Bases mathématiques.
- Connaissances en programmation (C, matlab) et optimisation.
- Autonomie et esprit d'initiative.

Nous contacter pour plus de renseignements.

Références

- [LN07] A. E. LESCHZINER et E. NOGALES : Visualizing flexibility at molecular resolution : Analysis of heterogeneity in single-particle electron microscopy reconstructions. *Annu. Rev. Biophys. Biomol. Struct.*, 36:pp 43–62, 2007.
- [SW13] A. SINGER et H. WU : Two-dimensional tomography from noisy projections taken at unknown random directions. *SIAM J Imaging Sc*, 6(1):136–175, 2013.