

ROUPIN Olivier, 32108

Sujet **Visualisation d'objets de grande dimension**

---

Sous-titre :

Combinaison d'algorithmes de réduction de dimension

Motivation :

Le choix de ce sujet a été motivé par mon intérêt pour l'imagerie numérique et par les perspectives artistiques qu'il offre. J'ai le projet d'exercer un métier à l'interface des sciences et de l'art visuel. Plus spécifiquement, la visualisation d'objets de dimension élevée est un sujet qui m'intrigue depuis le lycée.

Objectif :

Proposer une méthode originale de visualisation d'objets de dimension élevée par réduction de cette dernière à trois, afin de faciliter leur appréhension. Tester et comparer la méthode à d'autres, plus classiques, par l'utilisation de l'informatique.

Démarches :

Mon travail s'est construit autour de différentes étapes.

- Recherche bibliographique :
  - algorithmes de réduction de dimension
  - critères pertinents pour juger de la qualité d'une visualisation
- Les critères de qualité retenus sont fondés sur les notions de distance et de distorsion et ont également conditionné la structure des données pour respecter certaines sous-structures des objets (utilisation d'hypergraphes).
- A l'issue de l'état de l'art, et des discussions avec mes contacts, deux méthodes ont été sélectionnées :
  - Transformation de Johnson-Lindenstrauss (utilisée en apprentissage). Cette méthode est très performante sur des données de très grande dimension. Elle est cependant inadaptée aux faibles dimensions. Il a donc été décidé de la combiner avec l'approche suivante.
  - Méthode de Goemans/Williamson (issue de l'optimisation combinatoire) : cet algorithme aléatoire permet de passer d'un champ de vecteurs de dimension quelconque à un champ de dimension un. Nous avons adapté une version déterministe peu connue de cet algorithme pour diminuer les dimensions des vecteurs d'une unité à la fois (typiquement ici jusqu'en dimension trois).

Contribution principale : combiner ces deux méthodes pour obtenir un algorithme adapté (au regard des critères définis) au domaine de la visualisation d'objets ; effectuer une comparaison avec les méthodes classiques de projection.

Travail expérimental :

- Réalisations informatiques : implémentation en C++ et en Python des modules de réduction de dimension et d'affichage des objets.
- Comparaison des différentes méthodes sur divers types d'objets.

Plan :

- I) Contexte et objectifs
- II) État de l'art et présentation de la nouvelle méthode de réduction de dimension
- III) Réalisations informatiques et travail expérimental
- IV) Conclusion et perspectives

Bilan :

Ce projet m'a mis au contact de deux domaines des mathématiques appliquées et de l'informatique : la visualisation de données et l'optimisation combinatoire. J'ai pu adapter et hybrider des approches développées pour ces domaines à un troisième : la visualisation d'objets. Cela a conforté mon choix de projet professionnel.

Bibliographie :

Articles :

- Ailon N. & Chazelle B., The Fast Johnson-Lindenstrauss Transform and Approximate Nearest Neighbors, SIAM Journal on Computing 39(1):302-322, 2009
- Weinberger K., Packer B. & Saul L., Nonlinear dimensionality reduction by semidefinite programming and kernel matrix factorization, 10th International Workshop on Artificial Intelligence and Statistics, 2005
- Goemans, Michel X. and Williamson, David P., Improved Approximation Algorithms for Maximum Cut and Satisfiability Problems Using Semidefinite Programming, Journal of the ACM, 42(6):1115-1145, 1995
- Vu Khac Ky, Random projections for high-dimensional optimization problems. Thèse de doctorat, Ecole Polytechnique, soutenance prévue le 5 juillet 2016

Internet :

- [https://www.gnu.org/software/gsl/manual/html\\_node/index.html](https://www.gnu.org/software/gsl/manual/html_node/index.html)
- [http://devernay.free.fr/cours/vision/pdf/vision3\\_projective.pdf](http://devernay.free.fr/cours/vision/pdf/vision3_projective.pdf) Frédéric Devernay, INRIA

Contacts :

- Vu Khac Ky, thésard à l'Ecole Polytechnique
- John Chaussard, Maître de conférences au LAGA, Université Paris Nord