

Mini-symposium IMAGE2

Traitement mathématique des images (partie 2)

Mini-symposium porté par le GdR CNRS 2286 Mathématiques de l'Imagerie et de ses Applications

Résumé

Le traitement mathématique des images est une discipline en plein essor. Les outils mathématiques utilisés incluent par exemple les méthodes variationnelles, l'analyse, les EDP, les méthodes statistiques, l'optimisation non lisse, la géométrie de l'information. L'explosion de la taille des images et l'acquisition généralisée de donnée multi-modales dans de nombreux domaines d'applications appelle à encore plus de modélisation mathématique. L'enjeu du double mini-symposium IMAGE sera d'une part de présenter les outils mathématiques actuels développés dans le domaine, et d'autre part de montrer comment ces outils permettent de résoudre des problèmes appliqués concrets en traitement d'image. Cette deuxième session est dédiée à des questions d'analyse d'image.

Organisateur(s)

1. **Jean-François Aujol**, IMB, Université de Bordeaux.
2. **Hermine Biermé**, LMA, Université de Poitiers.
3. **Julie Delon**, MAP5, Université Paris Descartes.

Liste des orateurs

1. **Denis Fortun**, Biomedical Imaging Group, EPFL
Titre : Estimation affine par morceaux rapide du flot optique sans segmentation.
2. **Barbara Gris**, Royal Institute of Technology, Stockholm
Titre : Diffeomorphic deformations to study shapes : a modular method.
3. **Lara Raad**, CMLA, ENS Cachan
Titre : Texture synthesis using local Gaussian patch models.
4. **Pauline Tan**, DOTA, ONERA
Titre : Méthodes de descentes alternées accélérées pour les problèmes de type Dykstra.

Jean-François Aujol, Institut de Mathématiques de Bordeaux, Université de Bordeaux, jean-francois.aujol@math.u-bordeaux.fr

Hermine Biermé, Laboratoire de Mathématiques et Applications, Université de Poitiers, hermine.bierme@math.univ-poitiers.fr

Julie Delon, Laboratoire MAP5, Université Paris Descartes, julie.delon@parisdescartes.fr

Denis Fortun, Laboratoire d'Imagerie Biomédicale, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, denis.fortun@epfl.ch

Barbara Gris, Royal Institute of Technology, Stockholm, barbara.gris@outlook.com

Lara Raad, CMLA, ENS Cachan, lara.raad@gmail.com

Pauline Tan, ONERA, Dota Palaiseau, pauline.tan@cmap.polytechnique.fr

Introduction

Le mini-symposium IMAGE est composé de 2 sessions IMAGE1 et IMAGE2. La première partie est consacrée aux approches variationnelles et à l’optimisation pour le traitement et la restauration d’images. La deuxième partie est dédiée à des questions d’analyse d’image.

— Partie 1 : amélioration et restauration d’images (IMAGE1)

1. Rémy Abergel (LTCI, Telecom ParisTech) : *The Shannon total variation*
2. Fabien Pierre (Technische Universität Kaiserslauter) : *Diffusion de la chroma par modèle variationnel.*
3. Emmanuel Soubies (Biomedical Imaging Group, EPFL) : *Vers une vue unifiée des relaxations continues exactes du critère ℓ_2 - ℓ_0 : application à la microscopie PALM/STORM*
4. Camille Sutour (MAP5, Université Paris Descartes) : *Réduction du biais dans les méthodes variationnelles*

— Partie 2 : analyse d’images (IMAGE2)

1. Denis Fortun (Biomedical Imaging Group, EPFL) : *Estimation affine par morceaux rapide du flot optique sans segmentation*
2. Barbara Gris (Royal Institute of Technologie, Stockholm) : *Diffeomorphic deformations to study shapes : a modular method*
3. Lara Raad (CMLA, ENS Cachan) : *Texture synthesis using local Gaussian patch models*
4. Pauline Tan (DOTA, ONERA) : *Méthodes de descentes alternées accélérées pour les problèmes de type Dykstra*

1 Estimation affine par morceaux rapide du flot optique sans segmentation

Auteur : Denis Fortun (EPFL)

L’estimation affine par morceaux du flot optique est généralement formulée comme l’estimation conjointe d’un partitionnement du champ de déplacement et des paramètres du modèle de mouvement dans chacune des régions, ce qui se traduit par un problème d’optimisation non-convexe. La solution usuelle de minimisation alternée est très sensible à l’initialisation, et entraîne un coût de calcul important. Nous proposons une nouvelle méthode pour résoudre ce problème d’optimisation sans étape de segmentation et sans minimisation alternée. Nous construisons un schéma de découpage proximal produisant un ensemble d’étapes de débruitage affine par morceaux pour lesquels nous proposons une méthode de résolution efficace. Nous obtenons des résultats compétitifs sans initialisation du processus d’optimisation. Notre approche réduit également significativement le temps de calcul comparée aux autres méthodes. En particulier, le nombre de régions n’est pas connu a priori et n’a aucune influence sur le temps de calcul.

2 Diffeomorphic deformations to study shapes : a modular method

Auteur : Barbara Gris (Royal Institute of Technologie, Stockholm)

In order to study a population of N shapes (such as MRI images for instance), a successful approach is to build an atlas : a mean shape and N deformations characterizing the differences between the template and each subjects. At the heart of this idea is the construction of these deformations. We have developed a new framework to build diffeomorphic deformations so that a generic prior can be easily incorporated in the deformation model. This prior can for instance correspond to an additional knowledge one would have on the possible deformations. Our framework is based on the notion of deformation modules which are structures capable of generating vector fields of a particular chosen type and parametrized in small dimension. Several deformation modules can combine and interact in order to general a multi-modular diffeomorphisms.

3 Texture synthesis using local Gaussian patch models

Auteurs : **Lara Raad** (CMLA, ENS Cachan), **Agnès Desolneux** (CMLA, ENS Cachan), **Jean-Michel Morel** (CMLA, ENS Cachan)

Exemplar based texture synthesis is the process of generating, from an input texture sample, new texture images that are perceptually equivalent to the input. We propose the use of local Gaussian patch models to generate new texture images. This technique combines the positive aspects from statistics-based methods and from non-parametric patch-based methods. The self-similarities of a given input texture are modeled with conditional multivariate Gaussian distributions in the patch space. A new image is generated patch-wise as samples from Gaussian distributions inferred from the nearest neighbors in the patch space of the input sample. The synthesized textures are therefore everywhere different from the original. In general, the results obtained are visually superior to those obtained with statistics-based methods and comparable to the visual results obtained with the non-parametric patch-based methods. Since texture images usually have details at different scales, we extend the method to a multiscale approach which reduces the strong dependency of the method on the patch size. We finally use these results as guide textures for texture synthesis based on the statistics-based method of Portilla and Simoncelli [1]. In this way we achieve a faithful representation of the global statistics of the input texture images.

4 Méthodes de descentes alternées accélérées pour les problèmes de type Dykstra

Auteurs : **Pauline Tan** (Onera), **Antonin Chambolle** (CMAP, Ecole polytechnique) et **Samuel Vaiter** (IMB, Université de Bourgogne)

L'exposé sera consacré à un schéma de descentes alternées de type "coordinate descent" pour résoudre des problèmes d'optimisation à deux variables impliquant des fonctions convexes non régulières avec un terme quadratique de couplage des variables. L'algorithme proposé alterne des pas multiples de descente en chaque variable, ce qui peut, suivant les problèmes, peut s'avérer plus intéressant que de se restreindre à un pas simple. Il peut également être accéléré à l'aide d'une sur-relaxation de type FISTA. Une application de cet algorithme est l'implémentation d'un solveur parallèle pour l'opérateur proximal de TV pour les images en couleur, auquel cas la méthode présentée peut être interprétée comme un schéma inexact.

Références

- [1] JAVIER PORTILLA AND EERO P. SIMONCELLI, *Representation and Synthesis of Visual Texture*, <http://www.cns.nyu.edu/~lcv/texture/>.