

Workshop Contenu informatif des images numériques

Lieu

Lieu : École Normale Supérieure de Cachan (plan sur le site du workshop)

Bâtiment : d'Alembert

Salle : Condorcet

Programme

Jeudi 25 Novembre

8h30	accueil-café
9h00	Jalal Fadili
9h45	Sylvain Durand
10h30	Pause café
10h45	Alain Daurat
11h30	Laure Blanc-Féraud
12h15	Déjeuné
14h00	Patrick-Louis Combette
14h45	Mila Nikolova
15h30	Eric Andrès
16h00	Pause
16h15	Thierry Blu
17h00	Sandrine Pires
17h30	Wided Souidene
18h00	Fin de la journée

Vendredi 26 Novembre

8h30	Accueil-café
9h00	Basarab Matei
9h45	Gabriel Peyré
10h15	Caroline Chaux
10h45	Pause café
11h00	Isabelle Debled-Rennesson
11h30	Jean-Michel Morel
12h15	déjeuné
14h00	Yves Meyer
14h45	Luminita Vese
15h30	Jean-Francois Aujol
16h15	pause
16h30	Hamid Krim
17h15	Jérôme Gilles
18h00	Fin du workshop

Résumés

- Eric Andrès, SIC-SP2MI, Université de Poitiers
 - Titre : 2D and 3D Discrete Analytical Ridgelet Transform
 - L'idée de la transformation ridgelet est assez simple : faire suivre une transformation radon par un étage d'analyse ondelette. Cette transformation a été proposée il y a quelques années par l'Université de Stanford mais seule un algorithme 2D assez lourd à mettre en oeuvre existait jusque là.
Nous allons montrer comment grâce à la géométrie discrète on peut faire fonctionner cette transformation dans un cadre assez général et en dimension n . Nous montrerons comment cette transformation peut être utilisée pour du débruitage d'image et de vidéo.
- Jean-Francois Aujol, Math department, UCLA, Los Angeles
 - Titre : Décomposition $u+v+w$
 - Motivé par les récents travaux d'Yves Meyer, nous proposons un nouvel algorithme de décomposition d'image. Une image f est séparée en trois composantes u (contenant les structures), v (contenant les textures), et w (bruit). Notre approche repose sur l'utilisation d'espaces modélisant chacune des trois composantes. Nous construisons ainsi une fonctionnelle dont le minimum correspond à la décomposition cherchée. L'algorithme final mélange minimisation de la variation totale et seuillage en ondelettes.
- Laure Blanc-Féraud (avec Julien Bect, Gilles Aubert, Antonin Chambolle), Laboratoire I3S et INRIA Sophia Antipolis.
 - Titre : Cadre variationnel l_1 pour la restauration d'image.
 - Nous présentons dans cette intervention une fonctionnelle de restauration dont le terme d'observation inclut un opérateur linéaire (modélisant un flou par exemple) et dont le terme de régularisation est de type l_1 . Ce dernier terme peut représenter une régularisation par Variation Totale, une régularisation par une norme l_1 sur des coefficients en ondelettes, ou un mélange de ces deux termes. Nous donnons un algorithme de minimisation associé à cette fonctionnelle de restauration. Cet algorithme, à base de projections, généralise l'algorithme de seuillage doux pour la restauration d'images bruitées au cas d'images floues et bruitées. Il constitue aussi un algorithme de décomposition d'image sur un dictionnaire par la méthode du Basis Pursuit.
- Thierry Blu, Groupe d'imagerie biomédicale, École Polytechnique Fédérale de Lausanne
 - Title : Functional MRI statistical parametric maps using wavelet processing.
 - We present a new framework for detecting brain activity from fMRI data, which is based on the spatial discrete wavelet transform. Usual wavelet-based approaches perform a statistical test in the wavelet domain, but they lack a statistical interpretation in the spatial domain. Instead, our new framework provides an "integrated" approach: the data is processed in the wavelet domain (e.g., by thresholding wavelet coefficients), and a suitable statistical test procedure is done in the spatial domain. This method is based on conservative assumptions only and therefore it has a strong type-I error control by construction. At the same time, the sensitivity of the method is comparable to SPM.
In this presentation, we will explain into details how to derive a spatial threshold with a proper non-stationary component and determine optimal threshold values by minimizing an approximation error. We also highlight the central paradigm of our framework, which separates approximation (obtained by processing the wavelet coefficients) and statistical testing. The main contributions of our technique are demonstrated by experimental results. An implementation of our framework is readily available as a toolbox (WSPM) for the SPM2 software.
- Caroline CHAUX, Jean-Christophe PESQUET, Laurent DUVAL

- Titre : Débruitage d’images par analyse en ondelettes M-bandes en arbre dual.
- Nous présentons une extension au cas M-bandes des travaux de I. Selesnick et N. Kingsbury concernant la construction de décompositions en ondelettes formant des paires de Hilbert. Ces représentations présentent de nombreux avantages notamment en terme d’analyse invariante par translation et de directionnalité 2D. Nous établissons les conditions que doivent satisfaire les bancs de filtres en arbre dual servant à l’analyse/la synthèse des signaux traités. Nous étudions également les pré-traitements qu’il est nécessaire d’appliquer à des données discrètes. Ces décompositions introduisant typiquement une redondance d’un facteur 2, elles constituent des trames à partir desquelles on peut aisément calculer une reconstruction optimale. Dans le cas d’une image corrompue par un bruit blanc additif gaussien, les coefficients issus de la décomposition sont seillés en utilisant différents estimateurs non linéaires. Nous montrons dans ce travail l’efficacité de cette approche de débruitage.
- Patrick-louis Combettes, Laboratoire Jacques-Louis Lions, Université Paris 6
 - Titre : Proximal image denoising and recovery.
 - We propose a new, synthetic approach to the study of regularization methods in image denoising and recovery problems based on Moreau’s proximity operators. We exploit the remarkable properties enjoyed by these operators to establish in a systematic fashion a variety of properties of regularized denoising problems and to propose new numerical schemes to solve them.
- Alain Daurat, LSIIT UMR 7005, Strasbourg
 - Titre : Reconstruction d’une partie convexe du plan continu à partir de projections tomographiques discrètes.
 - Le problème étudié est la reconstruction d’un ensemble convexe à partir de la longueur de l’intersection des droites parallèles à certaines directions avec cette partie. Ce problème a été étudié à la fois dans le plan continu et dans le plan discret. En particulier dans le plan discret, si on a suffisamment de directions il existe un algorithme de complexité polynômial résolvant de problème. Dans cet exposé on montre que des parties du plan discret ayant des projections convergeant vers celles d’un convexe continu tendent elles-mêmes, selon un certain sens, vers ce convexe continu.
- Isabelle Debled-Rennesson, LORIA, Equipe ADAGE, NANCY
 - Title : Estimation of Tangents to a Noisy Discrete Curve.
 - A new notion of discrete tangent, called order d discrete tangent, adapted to noisy curves, is proposed. It is based on the definition of discrete tangents given by A. Vialard in 1996, on the definition of blurred segments and on the linear algorithm of blurred segments recognition. The algorithm calculating the order d discrete tangent at a point of a curve relies on simple calculations and is linear according to the number of points of the obtained tangent. From the definition of an order d discrete tangent, we deduced an estimation of the normal vector and of the curvature at a point of a discrete curve for a given order d.
- Sylvain Durand, LAMFA, Université de Picardie et CMLA, ENS Cachan
 - Titre : Utilisation d’un critère L1 pour la restauration des coefficients d’ondelettes
 - We consider the denoising of an image containing smooth regions and edges. Classical ways to solve this problem are variational methods and shrinkage of a representation of the data in a basis or in a frame. We propose a method which combines the advantages of both approaches. Following the wavelets shrinkage method of Donoho and Johnstone, we set to zero all frame coefficients which are smaller than a threshold. Then the frame representation involves both large coefficients corresponding to noise (outliers) and some coefficients, erroneously set to zero, leading to Gibbs oscillations in the estimate. We design a specialized (non-smooth) objective function allowing all these coefficients to be selectively restored, without modifying the other coefficients. We also propose an approximation of this method which is accurate enough and very fast.

- Jalal Fadili, Ecole Nationale Supérieure d'Ingénieurs de Caen
 - Titre : Intensity Estimation Based on the Wavelet Domain Hypothesis Testing
 - In this work, we present the estimation of Poisson intensity based on hypothesis testing in the wavelet domain for any dimensional data. The contribution of this work is threefold. First, we propose a new thresholding estimator for the Haar wavelet which is based on the Fisher's normal approximation. The latter enjoys better asymptotical behaviour than other previously published methods , e.g. Kolaczyk's threshold. Second, towards the goal of preserving the regularity of the reconstructed data, which is of a paramount importance for many applications, we propose to apply the same threshold in the biorthogonal Haar domain instead of the classical Haar domain. To justify this, we formally prove that non-normalized biorthogonal Haar coefficients converge in distribution to non-normalized Haar coefficients as the scale increases for any dimensional data. Therefore we gain, by using this more regular wavelet, a reconstruction with less stair-case like artefacts. Third, for applications where the source intensity flux must be preserved, we propose a constrained L1 iterative restoration algorithm. This allows to simultaneously preserve the value of significant coefficients and impose the positivity constraints on the reconstructed data. Simulation results are presented to assess the performance of the estimator and compare it with existing methods. Finally, potential applicability of our approach is illustrated on astronomical data.

- Jerome Gilles, DGA et ENS Cachan
 - Titre : Apport de l'information géométrique en décomposition d'image.
 - Récemment des techniques permettant de séparer une image en plusieurs composantes ("cartoon (BV)" + texture + bruit) ont été mises au point. Toutefois une certaine information perdue dans la partie bruit. Nous proposons alors d'inclure une information sur la géométrie présente dans les images afin d'améliorer la qualité de la décomposition. Pour cela nous utilisons des outils récents d'analyse multirésolution (AMR) comme les ridgelets, curvelets et contourlet. Après un bref rappel sur la décomposition des images, nous décrirons ces nouveaux outils d'AMR ainsi que la manière de les utiliser pour la décomposition d'image. Pour finir, nous présenterons quelques résultats.

- Basarab Matei, Université Paris 13
 - Titre : Multirésolution Adaptée aux Contours.
 - Des problèmes tels que la compression ou le débruitage d'image ont souvent pour préalable la recherche d'une représentation de l'image qui soit la plus creuse possible, au sens où un petit nombre de paramètres permet d'obtenir une approximation satisfaisante de l'image. Le succès des méthodes utilisant les bases d'ondelettes est en particulier lié à cette propriété, les coefficients les plus significatifs dans les hautes échelles se concentrant au voisinage des singularités qui correspondent aux contours.
Cependant, il apparaît aujourd'hui clairement que les méthodes ondelettes sont sous-optimales pour le traitement des contours réguliers, puisque l'approximation adaptative par les plus grands coefficients correspond essentiellement à un raffinement local isotrope au voisinage de ces contours. En pratique, on espère gagner substantiellement par des techniques de raffinement anisotrope. Dans cet exposé on se penchera sur une nouvelle méthode non-linéaire de ce type qui combine les techniques multirésolution avec des techniques de détection de contours et de reconstruction non-oscillantes (ENO) introduites dans les années 90 dans le contexte de la simulation numériques des ondes de choc.

- Yves Meyer, Membre de l'institut, ENS Cachan
 - Titre : La découverte en 1926 de l'espace BV par Leonida Tonelli, en réponse à un problème posé par Henri Lebesgue.
 -

- Jean-Michel Morel, ENS Cachan
 - Titre : L'algorithme des moyennes non-locales (NL-means)
 - On discutera quelques méthodes de comparaison théoriques et pratiques entre algorithmes de débruitage. En particulier, les preuves de consistance de certains algorithmes représentatifs sous condition de régularité de l'image sous-jacente. Un algorithme nouveau, les "moyennes non-locales" sera présenté, ainsi qu'une analyse théorique et pratique de ses propriétés.
- Mila Nikolova, ENS Cachan
 - Titre : Restauration de bords en minimisant des fonctions-objectif non convexes
 - Nous analysons les propriétés des images et des signaux restaurés en minimisant des moindres carrés avec une régularisation non convexe. Cette question est essentielle pour choisir une fonction de régularisation pertinente. Nous montrons comment les différences entre échantillons voisins sont soit atténuées pour former des zones homogènes, soit amplifiées si elles correspondent à des bords. Lorsque l'image ou le signal d'origine est proportionnel à une fonction caractéristique, nous montrons que si son contraste est supérieur à un seuil, alors la solution fournit une bonne approximation où les bords sont correctement restaurés. On voit bien que le comportement des minimiseurs correspondant à une régularisation non convexe est fondamentalement différent de ceux définis à l'aide de régularisation convexe qui "préserve" les bords. Ces résultats sont illustrés avec des exemples numériques.
- Gabriel Peyré, CMAP, Ecole Polytechnique.
 - Titre : Bandelettes de deuxième génération et leur application à la compression d'images.
 - Les bases d'ondelettes isotropes ne sont pas optimales pour une large classe d'images, principalement parce qu'elles ne sont pas capables de capturer la régularité géométrique présente dans la plupart des images naturelles. La construction de bases stables qui prennent en compte la géométrie de l'image est très difficile. Pour décrire des images naturelles, il faut un modèle où les contours de l'image ne sont pas nécessairement des singularités, car ils peuvent être lissés. Les bases de Bandelettes proposée par Le Pennec et Mallat, ont un ordre d'approximation optimal pour cette classe plus complexe d'images géométriques. Les bandelettes de seconde génération introduisent pour la première fois une représentation multiresolution de la géométrie d'une image. Contrairement aux Bandelettes de première génération, la deuxième génération est une construction totalement discrète, sans aucun ré-échantillonnage ou warping de l'image d'origine, ce qui autorise un algorithme rapide et robuste pour le débruitage ou la compression d'images. Cette construction ne nécessite pas de segmentation préalable ce qui permet de construire des bases orthonormée sur toute l'image.
- Sandrine Pires, CEA (DSM/DAPNIA/Sedi)
 - Titre : Restauration d'images en Astrosismologie -détection des modes acoustiques-
 - L'Astrosismologie comme son nom l'indique est la science qui étudie les vibrations solaires. Le but de l'Astrosismologie est de mieux comprendre les processus physiques agissant à l'intérieur des étoiles pour ainsi améliorer notre compréhension de la physique stellaire. Les étoiles vibrent, leur surface est agitée par des séismes et des ondes mécaniques se propagent dans leur structure. Certains paramètres d'oscillation sont liés aux propriétés internes de l'étoile. L'étude de ses ondes permet aux astrophysiciens d'ausculter les étoiles. Une fois qu'on a obtenu par observation le spectre d'oscillations d'une étoile, on le compare au spectre théorique des oscillations pour ainsi extraire des informations sur la physique interne de cette étoile. Mais les spectres issus des observations sont très bruyés. Et il est donc difficile d'extraire les modes d'oscillations avec précision. Pour essayer d'extraire de l'information de ses spectres, certains astrophysiciens ont eu l'idée de replier le spectre afin d'obtenir une image. On choisit comme fréquence de repliement, la fréquence de séparation entre les modes d'un même degré. Afin de débruitée ces images, nous avons testé plusieurs méthodes de filtrage utilisant les Ondelettes et les Curvelets.

- Hamid Krim, University of North Carolina
 - Title : Morse Theory in Object Representation and Classification
 - Much like assessing the stability of a control system by studying the trajectory of its poles as a feedback system, we extract the topological information of an object, viewed as a 2-manifold, by properly defining on it a function $h(x,y)$ and by tracking its critical points. Upon ensuring a pose-independent graphical representation for the object, its geometrical information is captured and encoded as weights on the graph. The resulting weighted graph representation is sufficient for classification and/or reconstruction if necessary.

- Wided Souidene, A. Beghdadi et K. Abed-Meraim, L2TI et TSI
 - Titre : Technique des égaliseurs mutuellement référencés pour la déconvolution aveugle d'images multicanaux
 - La déconvolution aveugle d'image est un domaine novateur en traitement d'image. Ses applications sont multiples notamment en imagerie microscopique, en télédétection et en imagerie astronomique. Certaines méthodes furent développées dans le cas mono-canal (une image en entrée et une autre en sortie), par ailleurs toutes rencontrent un problème commun dans le cas où l'image observée est bruitée et aucune n'offre de reconstruction parfaite de l'image dans le cas sans bruit. Récemment la méthode des égaliseur mutuellement référencés a été mise en place dans le cadre de la déconvolution multicanaux (une image en entrée et plusieurs en sortie). Cette méthode offre une reconstruction parfaite de la fonction d'étalement, et ainsi de l'image, dans le cas sans bruit. Le travail que nous essayons d'accomplir est l'extension de cette méthode au cas bruité. Nous proposons d'inclure un terme de régularisation afin de remédier au problème de mal-conditionnement de la matrice de filtrage. Nous nous proposons d'illustrer la méthode des égaliseurs mutuellement référencés (MRE) ainsi que la technique de régularisation utilisée.
Mots clé : déconvolution aveugle, identification, systèmes multicanaux, algorithme MRE.

- Luminita Vese, Departement of Mathematics, University of California, Los Angeles
 - Titre : Restauration et décomposition d'images en cartoon et textures par des méthodes variationnelles.
 - Dans ce travail, on propose et on compare plusieurs méthodes variationnelles pour la restauration d'images et leur décomposition en cartoon et textures. En suivant des idées de Yves Meyer, on peut améliorer le modèle utilisant la variation totale proposé par L. Rudin, S. Osher et E. Fatemi. Des résultats théoriques et numériques seront présentés.

Comment venir à l'endroit ou a lieu le workshop CIIN ?

Le workshop aura lieu au batiment d'Alembert (voir le plan), dans la salle Condorcet sur le campus de l'ENS-Cachan.

Le campus de l'ENS-Cachan est d'accès aisé :

Par voiture : Depuis l'Autoroute A6, suivre l'A6b, sortir à Fresnes. Suivre la RN 186 jusqu'à la Croix de Berny à Antony. Prendre la RN 20 en tournant à droite en direction de Bagneux. Sur la RN 20 (avenue Aristide Briand), suivre la direction Cachan, puis le fléchage ENS ou CNET (à droite, en direction de Paris).

Par RER : Depuis Paris, prendre le RER ligne B, direction Massy-Palaiseau ou Robinson, jusqu'à la station Bagneux-Pont-Royal. En sortant, prendre la première rue à gauche, suivre l'avenue Pont-Royal puis l'avenue de Chateaubriand jusqu'à l'entrée principale de l'Ecole. Il faut environ 10 minutes à pied. Depuis l'aéroport d'Orly, prendre l'Orlyval en direction d'Antony et descendre à Antony. Prendre le RER ligne B jusqu'à la station Bagneux-Pont Royal.

Depuis l'aéroport de Roissy-Charles de Gaulle, prendre le RER ligne B à l'aéroport direction Robinson jusqu'à la station de Bagneux-Pont Royal.

Par bus : Ligne 184 Porte d'Italie - L'Hay-les-Roses : arrêt Camille Desmoulins.

Ligne 187 Porte d'Orléans - Fresnes : arrêt Camille Desmoulins.

Ligne 197 Porte d'Orléans - Bourg-la-Reine : arrêt RER Bagneux (puis environ 10 minutes à pied).

Ligne 162 Villejuif - Cachan - Meudon : arrêt Mairie de Cachan (puis environ 10 minutes à pied).

