

Journée Inversion et problèmes multi-*

Organisé par le GDR-ISIS: Information Signal Image ViSion: <http://www.gdr-isis.fr/>

Date : 2017-03-20

Lieu : Institut d'Astrophysique de Paris (IAP, Paris 14ième)

Annonce

La résolution de problèmes inverses suscite toujours autant l'intérêt de la communauté du traitement du signal et de l'image. Les nouveaux défis auxquels elle est confrontée l'invitent à continuellement proposer de nouveaux modèles et algorithmes, capables notamment d'appréhender la diversité et le volume des données à traiter et des objets à reconstruire. Ainsi, des développements récents ont-ils permis de proposer des approches non-supervisées, rapides, passant à l'échelle et fournissant des solutions dont la qualité peut être garantie. En particulier, dans ce contexte, de nouveaux paradigmes d'acquisition conduisent à se saisir des problématiques des données acquises et objets à reconstruire qui sont multi-variés, multi-valués, multi-capteurs ou multi-dates. L'hétérogénéité de ces données/objets "multi-*" représente un verrou scientifique majeur qui nécessite à la fois de définir des fonctions objectives adaptées (e.g., choix du terme d'attache aux données, définition de régularisations appropriées) ainsi que des stratégies algorithmiques efficaces (hors ligne et en ligne). Cette journée vise précisément à faire le point sur les récentes avancées pour la résolution de problèmes inverses permettant de traiter ces aspects multi-*.

Le programme de cette journée comportera notamment trois exposés invités :

- Jérôme Bobin, CosmoStat lab, CEA Saclay,
- Emilie Chouzenoux, LIGM, Université Paris-Est Marne-la-Vallée,
- Michael Unser, Biomedical Imaging Group, EPFL.

Cette journée aura lieu à l'[Institut d'Astrophysique de Paris](#) (IAP, Paris 14ième).

SOC:

- Nicolas Dobigeon : nicolas.dobigeon@enseeiht.fr
- Jean-François Giovannelli : jean-francois.giovannelli@u-bordeaux.fr
- Eric Thiebaut : eric.thiebaut@univ-lyon1.fr
-

LOC:

- Christophe Pichon : pichon@iap.fr

Programme

9h45 - 10h00 : **Accueil**

10h00 - 10h45 : **Emilie Chouzenoux (LIGM, Université Paris Est Marne-La-Vallée)**

[A Block Parallel Majorize-Minimize Memory Gradient Algorithm](#)

10h45 - 11h30 : **Jérôme Bobin (CosmoStat, CEA Saclay)**

[Robust sparse BSS and applications to astrophysics](#)

11h30 - 12h00 : **Jean-François Cardoso (Institut d'Astrophysique de Paris)**

[Accurate extraction of the Cosmic Microwave Background from multi-frequency observations: some statistical considerations](#)

12h00 - 13h30 : **Repas**

13h30 - 14h15 : **Michael Unser (Biomedical Imaging Group, EPFL)**

[Representer theorems for ill-posed inverse problems with sparsity constraints](#)

14h15 - 14h45 : **Jean-Baptiste Courbot (ICube, Télécom Physique Strasbourg)**

[Détection de sources ténues dans des images hyperspectrales astronomiques](#)

14h45 - 15h15 : **Pierre-Antoine Rodesch (CEA, LETI)**

[Un algorithme "one-step" de reconstruction tomographique en imagerie X-pectrale](#)

15h15 - 15h30 : **Pause**

15h30 - 16h00 : **Hadj-Youcef Mohamed elAmine (LSS & IAS, Université Paris-Sud)**

[Restauration à partir des données multispectrales floues et une réponse instrument non stationnaire](#)

16h00 - 16h30 : **Hassan Mortada (ICube, Télécom Physique Strasbourg)**

[Séparation de sources retardées, paramétriques et corrélées](#)

16h30 - 17h00 : **Clément Dorffer (LISIC, Université du Littoral Côte d'Opale)**

[Méthodes informées de factorisation matricielle pour l'étalonnage aveugle d'un réseau de capteurs mobiles](#)

17h00 - 17h30 : **Mathurin Massias (LTCl, Télécom ParisTech)**

[Résolution rapide de problèmes multi-tâches parcimonieux](#)

17h30 : **Fin de la journée**

Inscrits à la réunion

Membres du GdR

Rémy Abergel (Laboratoire de Traitement et Communication de l'Information)

Ibrahim Ardi (Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie)

Etienne Baudrier (Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie)

Djallel Belhadj (Centre de Recherche en Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication)

Paul Berraute (Laboratoire Traitement du Signal et de l'Image)

Walter Blondel (Centre de Recherche en Automatique de Nancy)

Jerome Bobin (CEA ^ Direction de la Recherche Technologique)

Mégane Boudineau (Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie)

Asma Bougrine (Laboratoire de Recherche Pluridisciplinaire en Ingénierie des Systèmes et Mécanique Energétique)

Arnaud Breloy (Laboratoire Énergétique Mécanique Électromagnétisme)

Thibaud Briand (Laboratoire d'Informatique Gaspard Monge)

Jean-Francois Cardoso (Laboratoire de Traitement et Communication de l'Information)

Hervé Carfantan (Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie)

Cécile Chenot (CEA ^ Direction de la Recherche Technologique)

Pedro Luiz Coelho Rodrigues (Grenoble Images Parole Signal Automatique)

Jean-Baptiste Courbot (Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie)

Renaud Di Francesco (Heuristique et Diagnostic des Systèmes Complexes)

Nicolas Dobigeon (Institut de recherche en informatique de Toulouse)

Clément Dorffer (Laboratoire d'Informatique, Signal et Image de la Côte d'Opale)

Mircea Dumitru (Laboratoire des signaux et systèmes)

Karim El Houari (Laboratoire Traitement du Signal et de l'Image)

Fangchen Feng (Laboratoire des signaux et systèmes)

Carole Frindel (Centre de recherche en imagerie médicale)

Jean-Francois Giovannelli (Laboratoire de l'Intégration du Matériau au Système)

Alexandre Gramfort (Laboratoire de Traitement et Communication de l'Information)

Mohamed Elamine Hadj Youcef (Laboratoire des signaux et systèmes)

Benjamin Harroué (Laboratoire de l'Intégration du Matériau au Système)

Mortada Hassan (Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie)

Alain Kattnig (ONERA)

Christophe Kervazo (CEA ^ Direction de la Recherche Technologique)

Alexandre Krebs (Laboratoire Electronique Informatique et Image)

Florentin Kucharczak (Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier)

Steven Le Cam (Centre de Recherche en Automatique de Nancy)

Yann Le Guilloux (SAFRAN)

Nicolas Lermé (Systèmes et applications des technologies de l'information et de l'énergie)

Sébastien Levilly (Laboratoire des Sciences du Numérique de Nantes)

Rodolphe Marion (CEA - Direction des Applications Militaires)

Vincent Mazet (Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie)

Yves Michels (Laboratoire des sciences de l'ingénieur, de l'informatique et de l'imagerie)

Pierre Minvielle (CEA - Direction des Applications Militaires)

Ali Mohammad-Djafari (Laboratoire des signaux et systèmes)

Fabien Momey (Laboratoire Hubert Curien)

Laurent Mugnier (ONERA)
Thi Thanh Nguyen (Centre de Recherche en Automatique de Nancy)
Virginie Ollier (Systèmes et applications des technologies de l'information et de l'énergie)
François Orioux (Laboratoire des signaux et systèmes)
David Orive Miguel (Grenoble Images Parole Signal Automatique)
Quentin Péntek (Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier)
Nicolas Petrochilos (Centre de Recherche en Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication)
Béatrice Pinel-Puységur (CEA - Direction des Applications Militaires)
Matthieu Puigt (Laboratoire d'Informatique, Signal et Image de la Côte d'Opale)
Pierre-Antoine Rodesch (CEA ^ Direction de la Recherche Technologique)
Gilles Roussel (Laboratoire d'Informatique, Signal et Image de la Côte d'Opale)
Joseph Salmon (Laboratoire de Traitement et Communication de l'Information)
Charles Soussen (Centre de Recherche en Automatique de Nancy)
Ting Su (Laboratoire Vibrations Acoustique)
Olena Tankyevych (Laboratoire Images, Signaux et Systèmes Intelligents)
Celine Theys Ferrari (Laboratoire J.-L. Lagrange)
Éric Thiébaud (Centre de Recherche Astrophysique de Lyon)
Pierre-Antoine Thouvenin (Institut de recherche en informatique de Toulouse)
Benoit Tremblais (XLIM)
Bruno Vallet (Méthodes d'Analyses et de Traitement d'Images pour la Stéréo-restitution)
Arnaud Woiselle (SAFRAN)
Hermann Zeyen (Interaction et Dynamique des Environnements de Surface)
Qiang Zhang (Centre de Recherche en Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication)

Non-membres du GdR

Pierre Ablin (LTCI, Télécom Paristech)
Pierre Ablin (LTCI, Télécom Paristech)
Ali Akbari (Institut supérieur d'électronique de Paris)
Lorenzo Audibert (INRIA DEFI- EDF R&D)
Yousra Bekhti (Telecom ParisTech)
Safa Bettoumi (Signal, Images et Technologies d'information/Ecole Nationale d'ingénieurs de Tunis)
Argheesh Bhanot (L'ENSEEIH, Toulouse)
Daniela Cancila (CEA (labo safety&security))
Jean-Claude Carlach (Orange-Labs)
Bruno Figliuzzi (Centre de Morphologie Mathématique - Mines ParisTech)
Clarisse Fournier (CEA/LETI Laboratoire Détecteurs)
Joana Frontera (CEA Saclay)
Ana Jimenez (CEA)
Azar Louzi (Laboratoire CVN, INRIA / Université Paris-Saclay)
Ammar Mian (CentraleSupélec SONDRRA)
Pei Niu (CREATIS, INSA LYON)
Ahlem Ouaddah (Paris Descartes)
Christophe Pichon (Institut d'Astrophysique de Paris)
Afe Salhi (Lip6)
Michael Unser (Biomedical Imaging Group, EPFL)
Li Wang (Laboratoire des Signaux et Système)
Bingqing Xie (CREATIS, INSA-LYON)
Lenka Zdeborova (IPhT, CEA Saclay)

Résumés des contributions

A Block Parallel Majorize-Minimize Memory Gradient Algorithm

Emilie Chouzenoux
Laboratoire d'Informatique Gaspard-Monge, Université Paris Est Marne-La-Vallée

In the field of multi-dimensional image recovery, huge amounts of data need to be processed. Parallel optimization methods are then of main interest since they allow to overcome memory limitation issues, while benefiting from the intrinsic acceleration provided by recent multicore computing architectures. In this talk, we introduce a Block Parallel Majorize-Minimize Memory Gradient (BP3MG) algorithm for solving large scale optimization problems. This algorithm combines a block coordinate strategy with an efficient parallel update. The proposed method is applied to a 3D microscopy image restoration problem involving a depth-variant blur, where it is shown to lead to significant computational time savings with respect to a sequential approach when implemented on a multi-core architecture.

Robust sparse BSS and applications to astrophysics

Jérôme Bobin
CosmoStat, CEA Saclay

Blind Source Separation has become one of the key analysis tools for multispectral data analysis in astrophysics. During the last ten years, a particularly important effort has been made in projects such as the Planck mission to develop dedicated component separation, which are of paramount importance to retrieve fundamental astrophysical signals like the celebrated Cosmological Microwave Background. However, most BSS methods rely on the standard linear mixture model as well as separation criteria (e.g. independence, mutual sparsity, etc.) that do not describe precisely the actual data. In this presentation, I will present two types of such deviations. The first type of deviation refers to partially correlated sources; we will see how this impacts the separation process and how such impact can be alleviated in the framework of sparse BSS. In a second part, I will focus on solving BSS in the presence of aberrant samples or outliers and the extension of sparsity-based methods to tackle robust BSS problems. This will be illustrated with applications in astrophysics, especially in the case of the Planck mission.

Accurate extraction of the Cosmic Microwave Background from multi-frequency observations: some statistical considerations

Jean-François Cardoso
Institut d'Astrophysique de Paris

The Cosmic Microwave Background (CMB), the relic radiation from the early Universe, can be measured on a wide frequency range. The Planck mission from ESA has recently delivered maps of the whole sky observed at 9 frequencies from 30 to 857 GHz, revealing the cosmic background albeit contaminated by several foreground astrophysical emissions. Extracting from those "dirty" multi-frequency observations the cleanest possible map of the CMB is an exciting challenge in signal processing. In this talk, I will discuss --from a theoretical point of view-- some issues associated with CMB cleaning and, in particular, the importance (or lack thereof) of statistical modeling.

Representer theorems for ill-posed inverse problems with sparsity constraints

Michael Unser
Biomedical Imaging Group, EPFL

Ill-posed inverse problems are often constrained by imposing a bound on the total variation of the solution. Here, we consider a generalized version of total-variation regularization that is tied to some differential operator L . We then show that the general form of the solution is a nonuniform L -spline with fewer knots than the number of measurements. For instance, when L is the derivative operator, then the solution is piecewise constant. The powerful aspect of this characterization is that it applies to any linear inverse problem.

Détection de sources ténues dans des images hyperspectrales astronomiques

Jean-Baptiste Courbot¹, Vincent Mazet², Emmanuel Monfrini³, Christophe Collet⁴
¹*Cube, Télécom Physique Strasbourg*, ²*CRAL, Université de Lyon*, ³*SAMOVAR, Telecom SudParis*

Un problème inverse rencontré en imagerie hyperspectrale astronomique est la détection de sources très faibles, dans un milieu excessivement bruité. En effet, des images de champ profond, telles que celles acquises avec le spectro-imageur de nouvelle génération MUSE, ciblent des objets très lointains à plusieurs milliards d'années-lumière, permettant de remonter le temps aux premières galaxies en formation.

Nous présentons deux approches pour résoudre ce problème de détection. La première est une méthode utilisant le contexte spatial de chaque spectre, dans une formulation par tests d'hypothèses. Elle prend notamment en compte la forme spectrale des objets recherchés, et l'étalement spatial dû aux conditions d'observations et aux caractéristiques de l'instrument MUSE.

La seconde est une méthode de segmentation bayésienne par champs de Markov cachés, adaptée au cas applicatif de la recherche de sources ténues. Elle n'utilise pas d'a priori de forme spatial ou spectral, mais bénéficie de l'a priori markovien en terme d'homogénéité spatiale. Chaque observation étant un spectre, elle permet de rechercher des sources cohérentes spectralement via la loi du bruit et spatialement via l'a priori markovien. Les résultats sur des données synthétiques et réelles permettent de qualifier les apports et limites respectifs des deux méthodes.

Un algorithme "one-step" de reconstruction tomographique en imagerie X-pectrale

P. A. Rodesch¹, V. Rebuffel², C. Fournier³, F. Forbes⁴, L. Verger⁵
¹*CEA, LETI, Grenoble*, ²*LJK, INRIA, Grenoble*

La reconstruction tomographique à rayons X utilise un ensemble de mesures de photons atténués par l'objet étudié selon différents angles. Elle consiste à inverser un modèle de mesure constitué d'un modèle de projection géométrique suivi d'un modèle de détection. L'objet est discretisé en un ensemble de voxels x , chaque voxel x codant le coefficient linéaire d'atténuation dépendant de l'énergie $m(E,x)$. Un détecteur à rayons X conventionnel ne fournit qu'une mesure scalaire par pixel, qui est l'énergie déposée intégrée sur l'ensemble du spectre. L'inversion exacte du problème est alors impossible. Les systèmes usuels ne reconstruisent qu'un m moyen, induisant des biais de quantification et des artefacts.

Les récents détecteurs à rayons X à base de semi-conducteurs fonctionnent en mode comptage. Ils fournissent une mesure vectorielle par pixel, résolue en énergie. Le spectre est donc discretisé en quelques canaux (typiquement 2 à 8, plusieurs dizaines pour certaines électroniques [1]). Pour faciliter l'inversion, en particulier pour un faible nombre de canaux, il est courant d'ajouter une contrainte forte au modèle d'objet, en exprimant celui-ci sur une base réduite (base de 2 ou 3 matériaux). La réponse du détecteur peut être dans un premier temps supposée connue (estimée par simulation et/ou calibration). A cause de différents phénomènes physiques et électroniques survenant dans le détecteur, la mesure dans un canal en sortie du détecteur résulte de la contribution de plusieurs énergies en entrée de celui-ci. Nous sommes donc confrontés à un problème multi-voxels (3 dimensions spatiales), multi-pixels de mesure (2 dimensions spatiales, 1 angulaire), chaque mesure étant multi-canaux d'énergie.

Pour résoudre ce problème de reconstruction tomographique, un algorithme itératif qui optimise la vraisemblance poissonnienne des mesures a été développé. Contrairement à certaines approches de la littérature qui inversent le problème en deux étapes, le modèle détecteur puis le modèle géométrique, nous avons choisi d'inverser les deux modèles de façon jointe (approche dite "one-step"). L'algorithme ML-TR (Maximum Likelihood - TRansmission) introduit par B. De Man [2] a été étendu au cas d'une reconstruction sur une base réduite par C. Thibaudeau [3]. Nous l'avons adapté pour prendre en compte le modèle de détecteur avec un nombre quelconque de canaux. Un terme de régularisation spatiale sera prochainement ajouté.

L'algorithme a été validé avec des mesures issues de simulation numérique sur un objet cylindrique de 30cm de diamètre composé d'eau et d'inserts en os et métal. Les résultats sont comparés à ceux obtenus par une méthode usuelle d'inversion en deux étapes. On observe un réel apport de l'algorithme proposé en termes d'artefacts, et ce, dès un nombre de canaux de mesure égal à deux. Lorsqu'un bruit de poisson est ajouté dans les mesures simulées, aucun biais sur les valeurs dans le volume reconstruit n'est constaté.

Références :

- [1] A. Brambilla et al., "CdTe Linear Pixel X-Ray Detector With Enhanced Spectrometric Performance for High Flux X-Ray Imaging," IEEE Trans. Nucl. Sci. (Aout 2012).
- [2] B. De Man et al., "An iterative maximum-likelihood polychromatic algorithm for CT," IEEE Trans. Med. Im. (Octobre 2001).
- [3] C. Thibaudeau : "Tomodensitometrie par comptage de photons avec discrimination en énergie," Thèse de doctorat, Université de Sherbrooke, Québec, Canada (Decembre 2012).

Restauration à partir des données multispectrales floues et une réponse instrument non stationnaire

Hadj-Youcef Mohamed elAmine^{1,2}, François Orieux^{1,2}, Aurelia Fraysse, Alain Abergel:
¹LSS, CentraleSupélec, Université Paris-Sud, ²IAS, Université Paris-Sud

Les instruments d'imagerie multispectrale sont utilisés dans de nombreux domaines, comme la télédétection, l'imagerie médicale ou encore l'astrophysique. Dans ce travail nous nous intéressons au système d'imagerie Mid-InfraRed Instrument IMager (MIRIM)[1], à bord du futur télescope spatial James Webb (JWST) 1 de la NASA/ESA/CSA, et dont le lancement est prévu fin 2018. Le faisceau de lumière 3D (2 dimensions spatiales et 1 spectrale λ) à l'entrée du télescope, est diffracté et focalisé sur le plan focal. Le résultat est modélisé par un produit de convolution spatiale 2D de l'objet avec la réponse optique, ou PSF (Point Spread Function)[2]. Cette PSF floue l'objet différemment en fonction de la longueur d'onde λ , ce qui entraîne une réduction de la résolution spatiale. De plus, la distribution spectrale de l'objet disparaît lors de l'intégration spectrale par le filtre et le détecteur. Les approches conventionnelles généralement négligent les variations spectrales de PSF. Certains travaux considèrent une PSF 2D mesurée, mais à des longueurs d'onde spécifiques [3, 1]. D'autres utilisent une PSF 2D à large bande, en calculant la moyenne pondérée des PSF monochromatiques [4]. Une PSF spectralement invariante est alors supposée, conduisant à une réponse optique et un modèle instrument inexact. D'autre part, l'intégration spectrale du détecteur est approchée par une convolution spectrale dans [5] où la PSF est séparée en deux PSF, spatialement et spectralement invariantes. Dans [6], l'intégration spectrale est approchée par une convolution spectrale, ce qui a conduit à un modèle de convolution 3D. Nous proposons une nouvelles approches pour reconstruire l'objet original 2D+ λ à partir d'un modèle direct prenant en compte l'intégration spectrale continue, et préservant la variation en longueur d'onde exacte de la réponse optique. Notre contribution réside dans le développement du modèle instrument et du modèle direct, et une première méthode de restauration. Nous supposons que le spectre de l'objet est linéaire par morceaux, afin d'extraire son contenu spectral. Par ailleurs, nous traitons l'ensemble des données multispectrales disponibles issues de multi-filtres, dans le but de restaurer toute l'information sur la totalité de la bande spectrale de l'instrument. Par conséquent, l'objet 3D est représenté par des paramètres 2D, calculés en utilisant la méthode des moindres carrés régularisés. L'approche proposée est testée sur des données simulées de l'instrument MIRIM du JWST. Les résultats de la restauration montrent une augmentation significative de résolution spatiale, et fournissent plus d'informations spectrales par rapport aux méthodes conventionnelles.

Références :

- [1] P. Bouchet, M. Garcia-Marin, P.-O. Lagage, J. Amiaux, J.-L. Auguères, E. Bauwens, J. Blommaert, C. Chen, Ö. Detre, D. Dicken et al., "The Mid-Infrared Instrument for the James Webb Space Telescope. III : MIRIM, The MIRI Imager," Publications of the Astronomical Society of the Pacific, vol. 127, no. 953, p. 612, 2015.
- [2] J. W. Goodman, Introduction to Fourier optics. Roberts and Company Publishers, 2005.
- [3] P. Guillard, T. Rodet, S. Ronayette, J. Amiaux, A. Abergel, V. Moreau, J. Auguères, A. Bensalem, T. Orduna, C. Nehmé et al., "Optical performance of the jwst/miri flight model : characterization of the point spread function at high resolution," in SPIE Astronomical Telescopes+ Instrumentation. International Society for Optics and Photonics, 2010, pp. 77 310J?77 310J.
- [4] N. Geis and D. Lutz, "Herschel/PACS modelled point-spread functions," http://herschel.esac.esa.int/wiki/pub/Public/PacsCalibrationWeb/PACS_PSF_PICC-ME-TN-029_v2.0.pdf, 2010.
- [5] E. Villeneuve and H. Carfantan, "Nonlinear deconvolution of hyperspectral data with MCMC for studying the kinematics of galaxies," IEEE Transactions on Image Processing, vol. 23, no. 10, pp. 4322-4335, Oct 2014.
- [6] F. Soulez, E. Thiébaud, and L. Denis, "Restoration of hyperspectral astronomical data with spectrally varying blur," EAS Publications Series, vol. 59, pp. 403-416, 2013.

Séparation de sources retardées, paramétriques et corrélées

Hassan Mortada, Vincent Mazet, Charles Soussen, Christophe Collet
¹Cube, Télécom Physique Strasbourg, ²CRAN, Université de Lorraine

Ce travail est motivé par l'étude de la cinématique des galaxies où les données sont des images multispectrales. L'objectif est de détecter les raies présentes au sein d'un spectre et d'estimer leurs caractéristiques (amplitude, position spectrale et largeur). L'expansion de l'Univers et les mouvements internes de la galaxie provoquant un lent décalage des positions de ces raies d'un spectre à son voisin (effet Doppler), le suivi des raies est alors nécessaire. Ce problème inverse peut être vu comme un problème de séparation de sources retardées, où les spectres et les raies sont attribués respectivement aux mélanges et aux sources. Le défi réside dans le fait que les sources sont ici extrêmement corrélées. De ce fait, les méthodes de l'état de l'art sont inadéquates, car elles supposent la décorrélation ou l'indépendance des sources. Or, dans ce problème, il est possible de profiter d'une connaissance a priori des sources en les modélisant par une fonction paramétrique (raies gaussiennes par exemple). Pour estimer les paramètres, on propose une stratégie de moindres carrés alternés pour ce problème complexe d'estimation: les largeurs sont estimées avec l'algorithme de Levenberg-Marquardt, tandis que les positions et les amplitudes sont estimées avec un algorithme d'approximation parcimonieuse conçu pour le modèle de séparation de source, où chaque source apparaît au plus une fois dans un spectre (un algorithme inspiré d'Orthogonal Matching Pursuit). En outre, une étape d'interpolation permet l'estimation continue des positions. Enfin, une contrainte additionnelle assure l'évolution lente des positions des raies en considérant le voisinage spatial. Les résultats numériques montrent que la méthode proposée est plus efficace que les méthodes de l'état de l'art et aussi efficace qu'une méthode bayésienne adaptée au problème mais avec un temps de calcul sensiblement plus court.

Méthodes informées de factorisation matricielle pour l'étalonnage aveugle d'un réseau de capteurs mobiles

Clément Dorffer, Matthieu Puigt, Gilles Roussel, Gilles Delmaire
¹LISIC, Université du Littoral Côte d'Opale

L'Internet des Objets (IoT pour Internet of Things en anglais) étend internet aux choses et aux lieux réels : les objets connectés peuvent alors communiquer entre eux mais aussi avec leurs utilisateurs. Un intérêt de l'IoT est de permettre (i) la production d'une grande quantité d'information (Big Data) par un réseau distribué d'objets connectés et en conséquence (ii) une meilleure analyse de phénomènes physiques ou de comportements. Parmi les méthodes d'acquisition de l'IoT, le mobile crowd-sensing fournit des données datées et géo-localisées, produites par une foule de capteurs mobiles (issus de ou connectés à des smartphones) et transmises à un serveur via un réseau sans fil, de type WiFi ou GSM. L'exploitation des données provenant des capteurs pour l'IoT nécessite le développement de méthodes spécifiques de traitement de l'information pour améliorer la confiance en leur qualité ? c'est-à-dire, avoir des réponses cohérentes entre les capteurs (étalonnage aveugle de capteurs), détecter les valeurs aberrantes ou les capteurs défaillants ? qui ne peut pas être réalisé manuellement en laboratoire. Dans cette présentation, nous proposons de revisiter le problème d'étalonnage aveugle de capteurs environnementaux comme un problème informé de factorisation matricielle à données manquantes, où les facteurs contiennent respectivement le modèle d'étalonnage fonction du phénomène physique observé (ce modèle peut être affine, multi-linéaire, ou non-linéaire) et les paramètres d'étalonnage de chaque capteur. Par ailleurs, dans l'application de surveillance de la qualité de l'air que nous considérons, nous supposons avoir à notre disposition des mesures très précises mais distribuées de manière très parcimonieuse dans le temps et l'espace, que nous couplons aux multiples mesures issues de capteurs mobiles pour l'IoT. Nos approches sont dites informées car (i) les facteurs matriciels sont structurés par la nature du problème, (ii) le phénomène observé peut être décomposé sous forme parcimonieuse dans un dictionnaire connu, et (iii) nous connaissons la fonction d'étalonnage moyenne des capteurs à étalonner. Les approches proposées sont plus performantes que des méthodes basées sur la complétion de la matrice de données observées ou les techniques multi-sauts de la littérature, basées sur des régressions robustes. Enfin, le formalisme informé de factorisation matricielle nous permet aussi de reconstruire une carte fine du phénomène physique observé.

Publications en lien avec la présentation :

- [1] C. Dorffer, M. Puigt, G. Delmaire, G. Roussel, Blind calibration of mobile sensors using informed nonnegative matrix factorization, Proceedings of the 12th International Conference on Latent Variable Analysis and Signal Separation (LVA/ICA 2015), Springer International Publishing Switzerland, vol. LNCS 9237, pp. 497-505, Liberec, Czech Republic, August 25-28, 2015.
- [2] C. Dorffer, M. Puigt, G. Delmaire, G. Roussel, Blind mobile sensor calibration using an informed nonnegative matrix factorization with a relaxed rendezvous model, Proceedings of the 41st IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP 2016), pp. 2941-2945, Shanghai, China, March 20-25, 2016.
- [3] C. Dorffer, M. Puigt, G. Delmaire, G. Roussel, Nonlinear mobile sensor calibration using informed semi-nonnegative matrix factorization with a Vandermonde factor, Proceedings of the 9th IEEE Sensor Array and Multichannel Signal Processing Workshop (SAM 2016), Rio de Janeiro, Brazil, July 10-13, 2016.

Résolution rapide de problèmes multi-tâches parcimonieux

Mathurin Massias, Joseph Salmon, Alexandre Gramfort
LTCI, Télécom ParisTech

Convex sparsity promoting regularizations are now ubiquitous to regularize inverse problems in imaging or signal processing, as well as for machine learning applications. By construction, they yield solutions with few non-zero coefficients, which correspond to saturated constraints in the dual optimization formulation.

Working set (WS) strategies are generic optimization techniques that consist in solving simpler problems that only consider a subset of constraints, whose indices form the WS. Working set methods therefore involve two nested iterations: the outer loop corresponds to the definition of the WS and the inner loop calls a solver for the subproblems. For an L1 regularized inverse problem or the Lasso estimator a WS is a set of features, while for a Group Lasso with block sparsity it refers to a set of groups. In practice, WS are generally small in this context so the associated feature Gram matrix can fit in memory.

In this talk we will show that the Gauss-Southwell rule (a greedy strategy for block coordinate descent techniques) leads to fast solvers in this case. Combined with a working set strategy based on an aggressive use of so-called Gap Safe screening rules, we propose a solver achieving state-of-the-art performance on sparse learning problems. Results are presented on an inverse problem relevant for neuroscience, namely the problem of neural source localization from electro- and magnetoencephalography (EEG/MEG).