

Information sur la rencontre 1st i-TWIST

Volet Scientifique

.I Présentation du thème et de l'intérêt scientifique du colloque

1. Présentation succincte du colloque

Le colloque "i-TWIST" (international - Traveling Workshop for Interacting Sparse models and Technology) proposé se veut le premier d'une série de colloques dont le lieu changera chaque année sur le thème des modèles parcimonieux et des technologies associées.

L'objectif est de rassembler des chercheurs qui étudient le principe de « parcimonie » lors du traitement de signaux généralisés (1-D, 2-D, 3-D, vidéo, graphes, ...), tant du point de vue théorique que des applications. Le colloque de 2012 se concentrera sur les nouvelles techniques d'acquisition parcimonieuses et les technologies émergentes dans ce domaine. Le titre du colloque sera :

"Generalized sparsity in high-dimensional geometries",
(parcimonie généralisée pour les géométries de grande dimension)

Les principales sous thématiques abordées seront:

- Représentations parcimonieuses d'information sur graphes
- Apprentissage de dictionnaires adaptés
- Modèles parcimonieux en apprentissage automatique (machine learning)
- Acquisition comprimée (ou « compressed sensing »)
- Technologies d'acquisition émergentes et innovantes telles que :
 - ➔ imagerie compressive
 - ➔ imagerie hyperspectrale
 - ➔ convertisseur analogique-vers-information
 - ➔ système à ouverture codante (coded aperture)
 - ➔ photographie computationnelle
- Applications concrète en astronomie, imagerie biomédicale, problèmes industriels, multimédia, ...

2. Intérêt scientifique

Ces dernières décennies ont été marquées par des avancées technologiques majeures qui autorisent désormais l'acquisition d'un flot croissant de données. Ce constat touche de nombreux domaines d'applications où la recherche d'informations scientifiques utiles impose une exploitation optimale de ces données.

Cette foison d'information est en effet souvent redondante; une même information est parfois enregistrée à plusieurs niveaux de résolutions et/ou sous plusieurs modalités, dans les domaines fréquentiels, spatiaux ou temporels. C'est le cas par exemple en imagerie multi-spectrale (ex. expériences astronomiques Planck ou Galex), en imagerie multi-caméras, pour les téléviseurs à Haute Définition, etc ... Tout ceci a motivé le

développement de théories permettant de traiter des données vivant dans des *géométries de grande dimension*.

Les *modèles parcimonieux* sont devenus très populaires en traitement de signaux/images ces dernières années. Leur popularité remonte aux travaux réalisés en théorie de l'approximation non-linéaire. Dans ce contexte, une série d'espaces fonctionnels particuliers avaient alors pu être classifiés selon le caractère parcimonieux des décompositions de leur éléments sur des bases d'ondelettes. Ces résultats furent étendus à d'autres systèmes de représentation (temps-fréquence, modèles géométriques pour des images, ...) et bientôt la parcimonie motiva en elle-même un grand nombre de questions fondamentales : comment identifier une représentation parcimonieuse ? Cette représentation est-elle stable ? Unique ? Parallèlement à ce travail théorique de fond, un grand nombre d'applications convaincantes ont été réalisées (compression, débruitage, défloutage, problèmes inverses en général) et ont en retour alimenté énormément de progrès pour les méthodes numériques de calcul de représentations parcimonieuses. De nouveaux axes de recherche théoriques relevant du domaine des mathématiques appliquées au traitement des signaux sont actuellement financés sur de nombreux projets à travers le monde afin de développer des modèles parcimonieux plus génériques ou au contraire plus adaptés à certaines applications : on peut citer parmi ces axes de recherches les *modèles parcimonieux structurés*, les *modèles parcimonieux pour l'apprentissage automatique*, ou encore *l'apprentissage de dictionnaires adaptés*.

Depuis quelques années, les modèles parcimonieux sont également au cœur d'un domaine à la pointe des mathématiques appliquées et du traitement des signaux : *l'acquisition comprimée* (Compressed Sensing ou CS). Son enseignement essentiel est le suivant : si un signal x de N valeurs est représenté au moyen de $K \ll N$ coefficients non nuls ou importants (le signal est donc dit respectivement parcimonieux ou compressible) dans une base particulière ou plus généralement dans un dictionnaire particulier, il suffit de prendre $M = O(K \ln N/K)$ mesures linéaires aléatoires de x pour pouvoir le reconstruire avec une très haute probabilité. En clair, l'acquisition de x se réalise de manière comprimée au moyen d'un nombre $M < N$ de mesures approximativement proportionnel à K . Par comparaison, une transformation codante habituelle requiert un échantillonnage fin du signal (ex : à la fréquence de Nyquist) en N valeurs avant sa compression dans une base appropriée (ex: Fourier ou ondelettes) par seuillage de coefficients. Il est intéressant de noter que la taille N est généralement importante; elle correspond par exemple au nombre de pixels d'une image (soit de l'ordre de 10^6 valeurs) et approche rapidement 10^9 valeurs pour quelques dizaines de secondes de vidéo.

Récemment, des équipes à la pointe de ces domaines ont poursuivi les objectifs scientifiques naturellement consécutifs aux résultats théoriques obtenus : appliquer ces résultats à la conception et au développement de systèmes d'acquisitions novateurs. Le but principal est d'accroître les performances de ces systèmes d'acquisition intelligents et de dépasser les limites des systèmes actuels : réduction de la consommation d'énergie (pour les électro-cardiogrammes, conception d'une caméra mono-pixel «Single-Pixel Camera»,...), diminution des temps d'acquisition (en Imagerie par Résonance Magnétique, ...), amélioration de la qualité (résolution, sensibilité, ...) des données acquises (en Radio-Interférométrie, en Tomographie par Emission de Positons), optimisation de l'acquisition de données multi-spectrale (en imagerie par tomodensitométrie X couleur, en imagerie astronomique hyperspectrale, ...), etc ...

D'après une série de contacts préliminaires avec des membres d'autres unités, la théorie de la représentation parcimonieuse de signaux étant à l'intersection de beaucoup de

disciplines – par exemple en techniques d'optimisation convexe, analyse statistique, l'apprentissage, vision par ordinateur – nous estimons l'audience de ce colloque à un public d'approximativement 50 personnes. Il sera composé de scientifiques confirmés pour plus de la moitié, ainsi que de post-doctorants ou doctorants. Il est important de noter que les scientifiques qui prendront part à ce colloque ont des profils variés et complémentaires et sont issus de centres de recherche en Mathématiques Appliquées, en Traitement des Signaux ou Informatique Fondamentale. Assez naturellement, ce colloque sera composé de plusieurs sections recoupant les différents domaines de recherche actuels pour lesquels les modèles parcimonieux sont le sujet central, comme ceux du traitement de données sur graphes, l'apprentissage de dictionnaires, l'acquisition comprimée (ou Compressed Sensing), l'apprentissage automatique (Machine Learning), ainsi que les systèmes d'acquisitions émergents dont les principes de fonctionnement reposent sur la parcimonie de l'information collectée. Une place toute particulière sera accordée à l'application à des problèmes réels.

Nous tenons à insister sur le fait que la recherche sur les modèles parcimonieux et leurs applications que nous valorisons dans ce Workshop, d'une part **émerge des Mathématiques Appliquées**, et d'autre part est un **thème complètement d'actualité**. A titre d'exemple, nous tenons à souligner que l'édition d'Octobre 2010 de la revue mensuelle «La Recherche» accorde une double page à l'Acquisition Comprimée et aux Modèles Parcimonieux appliqués à l'Imagerie par Résonance Magnétique, dans sa rubrique «Mathématiques/Traitement des Signaux». L'interview d'Emmanuel Candès (Stanford University, Etats-Unis) met en avant les résultats fondateurs de cette théorie publiés en collaboration avec **Justin Romberg** (Georgia Tech., Etats-Unis), qui a déjà confirmé sa venue au Workshop TWIST. D'autre part, des résultats novateurs de l'équipe du LTS2 de **Pierre Vandergheynst**, co-organisateur de ce Workshop, et du CIBM de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne sont publiés dans ce même article et démontrent que l'Acquisition Comprimée et les Modèles Parcimonieux permettent de diviser par 5 le temps d'un examen d'Imagerie par Résonance Magnétique dans un cas réel.

.II Participants et conférenciers

Liste des conférenciers contactés :

1) Conférences plénières:

·Richard Baraniuk	(Rice University, Etats-Unis)	confirmé
·Ingrid Daubechies	(Princeton University, Etats-Unis)	
·Rémi Gribonval	(INRIA, Rennes, France)	confirmé
·Justin Romberg	(Georgia Tech, Etats-Unis)	confirmé
·Joel Tropp	(Caltech, Etats-Unis)	confirmé
·Rebecca Willet	(Duke, Etats-Unis)	confirmé

2) Conférences plénières en remplacement des précédents si pas confirmé, sinon présentation courtes:

·Mike Davies	(University of Edinburgh, Royaume-Uni)	
·Christine De Mol	(UCL, Belgique)	
·Massimo Fornasier	(RICAM, Autriche)	confirmé
·Holger Rauhut	(Bonn, Allemagne)	confirmé
·Pierre Vandergheynst	(EPFL, Suisse)	confirmé

3) Autres conférenciers/participants (présentations courtes):

1.Mohammed Ali-Djafari	(LSS, Univ. Paris Sud)	confirmé
2.Jean-François Aujol	(LATP, Marseille)	confirmé
3.Francis Bach	(INRIA ENS)	représenté
4.Christian Bénar	(INSERM, Marseille)	
5.Laure Blanc-Féraud	(I3S, Sophia-Antipolis)	
6.Thomas Blumensath	(University of Southampton, Royaume-Uni)	confirmé
7.Petros Boufounos	(MERL, Etats-Unis)	confirmé
8.Volkan Cevher	(EPFL, Suisse):	confirmé
9.Caroline Chaux	(Univ. Paris-Est Marne-la-Vallée)	confirmé
10.Maureen Clerc	(INRIA, Sophia-Antipolis)	confirmé
11.Laurent Duval	(IFP, France)	
12.Michael Elad	(Technion, Israel)	confirmé
13.Jalal Fadili	(GREYC Caen)	confirmé
14.Pascal Frossard	(EPFL, Suisse)	confirmé
15.Nicolas Gac	(LSS, Univ. Paris Sud)	
16.Jean-François Giovanelli	(IMS, Bordeaux)	
17.David Hammond	(Oregon Univ., Etats-Unis)	
18.Mathieu Kowalski	(LSS, Univ. Paris Sud)	confirmé
19.Florent Lafarge	(INRIA, Sophia-Antipolis)	confirmé
20.Jason Laska	(Rice University, Etats-Unis)	
21.Pierre Dupont	(UCL, Belgique)	
22.Ignace Loris	(VUB, Belgique)	confirmé
23.Remi Munos	(INRIA, Lille)	confirmé
24.Gabriel Peyré	(CEREMADE, Univ. Paris Dauphine)	confirmé
25.Liva Ralaivola	(LIF, Marseille)	confirmé
26.Jared Tanner	(University of Edinburgh, Royaume-Uni)	confirmé
27.Bruno Torrèsani	(LATP, Marseille)	
28.Ivana Tosić	(Berkeley, Etats-Unis)	confirmé
29.Jean-Luc Starck	(CEA, Saclay)	confirmé
30.Pierre Weiss	(INSA Toulouse)	confirmé
31.Yves Wiaux	(EPFL-UniGe, Suisse)	confirmé

Nous estimons que la taille du colloque sera d'environ 50 participants en tenant compte de l'ouverture de l'événement aux doctorants associés aux équipes des intervenants mentionnés.

.III Organisation:

Organisateurs :

- 1.Yannick Boursier (CPPM, Marseille)
- 2.Laurent Jacques (UCL, Belgique)
- 3.Pierre Vanderghenyst (EPFL, Suisse)

Comité Scientifique :

- 1.Sandrine Anthoine (LATP, Marseille)
- 2.Christophe De Vleeschouwer (UCL, Belgique)
- 3.Pascal Frossard (EPFL, Suisse)

.IV *Éléments permettant d'analyser la parité hommes/femmes*

Dans le comité d'organisation au sens large, il y a 1 femme sur 6 membres. Pour les participants et conférenciers, nous avons relevé 8 femmes sur 35 hommes (dont 2 conférences plénières sur 6). La proportion femme/homme se rapproche dès lors du ratio 1 femme pour 4 hommes relevé dans la section correspondante au CNRS en 2008 (cf http://www.cnrs.fr/mpdf/IMG/pdf/Brochure_parite_complete_web.pdf)

.V *Programme :*

Programme type des 3 journées de colloque:

8h30 - 9h30 : conférence plénière
9h30 - 10h : présentation courte
Pause café
10h30 - 11h : présentation courte
11h - 11h30 : présentation courte
11h30 - 12h : présentation courte
Déjeuner
14h - 15h : conférence plénière
15h - 15h30 : présentation courte
15h30 - 16h : présentation courte
Pause café
16h30 - 17h : présentation courte
17h - 17h30 : présentation courte

.VI *Liste de livres :*

Pour l'instant, il n'y a pas de liste de livres à acheter.

.VII *Publications des actes :*

Nous envisageons d'éditer un numéro spécial dans le journal "Signal Processing" (Elsevier) ou EURASIP "Journal on Advances in Signal Processing".

.VIII *Promotion et sponsoring du colloque :*

Un site web annonçant la tenue du colloque sera réalisé d'ici 6 mois. Cette vitrine sera commune pour cette occurrence en 2012 à Marseille et pour les futurs colloques en Belgique 2013 et en Suisse 2014. Des financements complémentaires sous forme de sponsoring seront également recherchés afin de garantir une participation au frais limitée pour chaque participant.

.IX *Requêtes particulières :*

Nous souhaiterions disposer lors de ce colloque, en plus de l'auditorium, de 2 salles de plus petite capacité, et disponibles au CIRM, afin de favoriser les échanges et discussions qui auront lieu en marge du colloque.