

Application de l'analyse en composantes indépendantes au codage d'images multicomposantes

Projet AC \dot{P} M, coordinateur : M. Barret (Supélec)

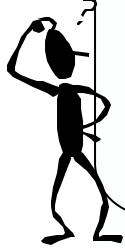
Partenaires : D. T. Pham (LMC), A. Mohammad-Djafari & P. Duhamel (L2S), C. Thiebaut (CNES) et P. Comon (I3S)
 Doctorants et post-doc : I. P. Akam Bita (LMC-Supélec), N. Bali (L2S), E. Christophe (Tésa-CNES-L2S),
 A. Mohammadpour (L2S), M. Narozny (Supélec) et M. Rajih (I3S).

Objectifs du projet

Etudier l'intérêt de l'analyse en composantes indépendantes (ACI) en codage d'images multispectrales et hyperspectrales satellitaires. Comparer les performances des méthodes utilisant l'ACI avec d'autres méthodes (sans ACI) et avec l'état de l'art.

Deux approches:

- cadre classique de la compression quasi sans perte avec un codage séparé des composantes après transformation;
- commencer par une analyse de l'image pour y séparer des objets (fusion d'images et segmentation jointe), puis coder par région d'intérêt.



Codage sans perte

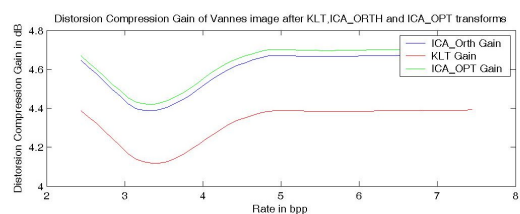
L'utilisation de l'ACI pour du codage sans perte pose la question de l'ACI pour des sources discrètes. Ce problème se rencontre aussi en télécommunications numériques. Lorsque les sources sont discrètes, il est possible d'utiliser les algorithmes usuels d'ACI [1], mais l'ACI discrète est mal adaptée au codage sans perte d'images car le nombre de sources est trop élevé.

Codage quasi sans perte (approche avec ACI)

Deux nouveaux algorithmes qui calculent la transformation linéaire optimale en codage par transformée (avec quantificateurs scalaires uniformes et codeurs entropiques) et à haute résolution, pour des données non gaussiennes ont été mis au point. Un algorithme calcule la transformation orthogonale optimale (ICAorth) et l'autre la transformation linéaire optimale (ICAopt). Les performances de ces nouvelles transformations ont été comparées à celles de la transformation de Karhunen-Loève (TKL) pour du codage de données synthétiques et réelles [3].

Des schémas de compression associant des décompositions en ondelettes 2D pour réduire la redondance spatiale à des transformations linéaires pour réduire la redondance spectrale ont été étudiés sur des images multicomposantes satellitaires, les transformations testées sont celles retournées par les algorithmes ci-dessus et la TKL. Les performances en codage de ces différentes transformations ont été comparées pour des débits moyen et haut. Les transformations ICAorth et ICAopt donnent pour les images hyperspectrales un gain de codage généralisé significatif par rapport à la TKL [4].

Gain de codage généralisé pour l'image multispectrale Vannes.



Les images multispectrales ont été gracieusement fournies par le CNES.

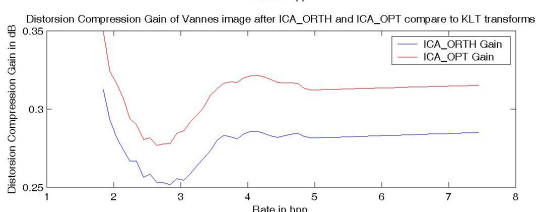


Table 1. Generalized coding gain in dB for the two compression schemes

	First scheme			Second scheme		
	KLT	ICA_orth	ICA_opt	KLT	ICA_orth	ICA_opt
Moissac	6.1	6.16	6.2	5.95	6.01	6.05
Strasbourg	5.84	5.91	5.93	5.78	5.88	5.90
AVIRIS1	10.7	13.8	14	10.6	12.3	12.8
AVIRIS2	12	14.4	14.5	11	13.1	13.6

Perspectives

Etude d'un codeur par arbres de zéros (de type SPIHT) adapté à la décomposition en ondelettes 3D anisotrope optimale.

Evaluation du gain de codage généralisé pour les transformations associées au modèle d'ACI convolutif, adaptation des algorithmes d'ACI convolutif à la compression de données.

Transformations d'entiers en entiers associées et performances en codage sans perte.

Amélioration des méthodes de segmentation d'images hyperspectrales.

Compression d'images hyperspectrales

Caractéristiques des images hyperspectrales satellitaires:

Spectre	400-2500 nm
Résolution x	20 m
Résolution I	10 nm
# bandes	200
Quantification	12 bits
Fauchée	20 km

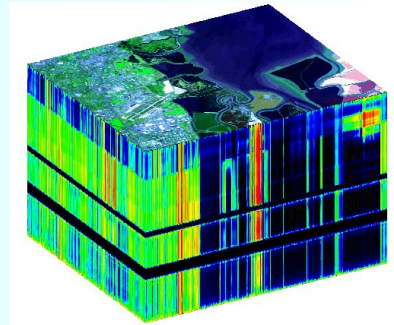


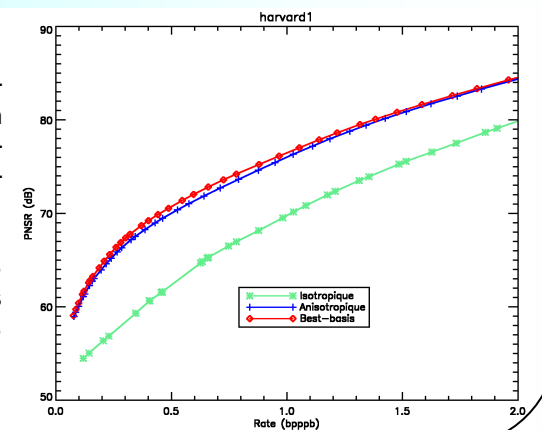
Image aérienne AVIRIS
 fournie par la NASA
 (<http://aviris.jpl.nasa.gov/>)

Codage quasi sans perte (approche sans ACI)

Dans une perspective de codage embarqué, une méthode à base de décomposition en ondelettes optimale et anisotrope a été mise au point [2]. Dans un premier temps elle étend au cas 3D l'approche de Ramchandran et Vetterli, décrite dans « Best wavelet packet bases in a rate-distorsion sense », *IEEE Trans. Im. Proc.*, 2 (2), 160-175, 1993: une exploration de toutes les décompositions en paquets d'ondelettes est réalisée pour rechercher la décomposition optimisant les performances débit-distorsion de l'image traitée. Puis, une décomposition anisotrope fixe approchant les performances de la décomposition optimale est recherchée, pour réduire sensiblement le temps de codage.

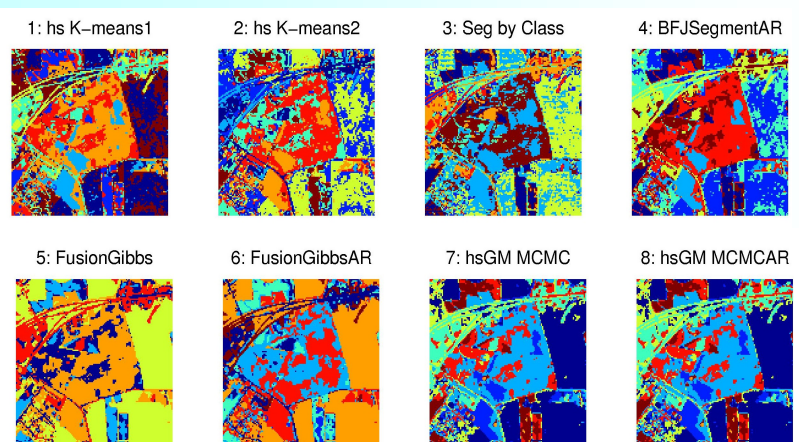
Propriétés anisotropiques

Les images 2D classiques possèdent les mêmes propriétés selon les directions verticale et horizontale, c'est pourquoi les décompositions en ondelettes utilisées dans les codeurs tels JPEG 2000 sont isotropiques. En revanche, les images hyperspectrales ont des propriétés différentes selon les directions spectrale et spatiale.



Segmentation et classification d'images hyperspectrales

Il s'agit de segmenter l'image en résolvant des problèmes de classification ou de réduction de données qui admettent le même formalisme que celui de séparation de sources [5] puis d'utiliser la segmentation à des fins de codage.



Références

- [1] P. Comon, Contrasts, Independent Component Analysis and Blind Deconvolution, *Int. J. Adapt. Control Sig. Proc.*, Wiley, 18 (3): 225-243, avr. 2004.
- [2] E. Christophe et al., Compression d'images Hyperspectrales Décomposition en ondelettes optimale, Journées CNES Jeunes Chercheurs, Toulouse, 28-29 sep. 2005.
- [3] M. Narozny et al., Modified ICA algorithms for finding optimal transforms in transform coding, *Proc. IEEE 4^{ème} Int. Symp. Im. Sig. Proc. Anal.*, 111-116, Zagreb, 15-17 sep. 2005.
- [4] I. P. Akam Bita et al., Compression of Multicomponent Satellite Images Using Independent Component Analysis, Workshop CNES Geometrical Transforms for Image Processing – Application to Satellite Image Restoration and Compression, Toulouse, 17 nov. 2005.
- [5] A. Mohammad-Djafari et al., Bayesian segmentation of Images – Application to hyperspectral images, Workshop CNES (idem ci-dessus).