

# Projet ACI<sup>2</sup>M

## Compte-rendu de la réunion plénière du 19 octobre 2005

La cinquième réunion des partenaires du projet ACI<sup>2</sup>M s'est tenue à Paris, dans la Maison des Supélec le mercredi 19 octobre 2005. Étaient présents : Myriam Rajih, Isidore Paul Akam Bita, Dinh Tuan Pham, Michel Barret, Olivier Pietquin, Ali Mohammad-Djafari, Adel Mohammadpour, Nadia Bali et Emmanuel Christophe.

### Objectifs de la réunion

Le but de la réunion était de présenter les avancées obtenues ces derniers mois en segmentation et en codage d'images hyperspectrales et de discuter de la suite du projet en particulier de la façon de procéder pour comparer différents codeurs d'images hyperspectrales.

### Présentations des avancées.

Myriam Rajih a donné les résultats de l'application de ELS (*Enhanced Line Search*) aux images multispectrales fournies par le CNES (voir le compte-rendu de la précédente réunion plénière). Un tenseur d'ordre 3 a été formé à partir des images Landsat, et le tenseur a été décomposé à l'aide de ELS. Plusieurs initialisations et différentes valeurs du rang ont été considérées, mais cela n'a pas donné de résultats satisfaisants, car les images obtenues à partir des tenseurs de rang tronqué n'ont pas pu être interprétées. D'autre part, l'approximation de rang faible fournit une erreur très grande entre le tenseur d'origine et le tenseur reconstitué. Des tests similaires ont été réalisés sur des séquences vidéos, avec l'équipe CREATIVE de l'IS3 et les résultats sont également non concluants. Cela s'explique par le fait qu'une image rangée dans un tableau d'ordre 2 n'a en général jamais un rang réduit. En conclusion, ranger un ensemble d'images multispectrales ou une séquence vidéo dans un tenseur d'ordre 3 sans prétraitement adapté ne présente donc pas d'intérêt.

Ali Mohammad-Djafari a présenté le cadre général des méthodes bayésiennes de segmentation d'images hyperspectrales dans lequel s'inscrivent les travaux de Nadia Bali et d'Adel Mohammadpour. 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. Mais pour la deuxième approche, contrairement au modèle classique d'un mélange instantané où les différentes observations sont supposées indépendantes, la redondance existant entre hyper-pixels voisins est exploitée ici au moyen de modèles *a priori* hiérarchiques avec champs cachés. Le détail des méthodes utilisées et les résultats obtenus sur des images hyperspectrales synthétiques (pour lesquelles on connaît la vérité terrain de la segmentation) et sur des images AVIRIS sont ensuite présentés par Nadia et Adel. Les résultats obtenus par ces méthodes sont très satisfaisants pour des données synthétiques proches des modèles supposés, mais il est impossible de juger leur efficacité sur des images hyperspectrales réelles, car on ne dispose pas d'une telle image avec sa vérité terrain.

Emmanuel Christophe a présenté la démarche qu'il a suivie pour rechercher la décomposition en ondelettes 3-D optimale (en compression quasi sans perte) qui s'adapte à l'image à encoder. Elle correspond à l'extension aux images hyperspectrales de la méthode de recherche de meilleure base présentée par Ramchandran et Vetterli (*IEEE Trans. Image Processing*, **2**(2) 160–175, 1993) en utilisant l'algorithme de Shoham et Gersho (*IEEE Trans. Acous. Speech and Sig. Proc.*, **36**(9) 1445–1453, 1988) pour l'optimisation débit-distorsion et des décompositions en ondelettes 3-D anisotropiques. Il a ensuite appliqué cet algorithme de décomposition sur un échantillon représentatif d'images AVIRIS et sur une image Hyperion. De cette étude il a déduit une décomposition en paquets d'ondelettes 3D fixe (c'est-à-dire qui ne s'adapte pas à l'image) et qui offre des performances très proches de la décomposition optimale. Cela réduit énormément la complexité de calcul de la décomposition et permet ainsi son utilisation dans un système embarqué. Il travaille aujourd'hui sur un codeur par arbre de zéros 3-D (de type SPIHT) adapté à la décomposition.

Isidore Paul Akam Bita a présenté deux schémas de compression d'images multi- et hyper-spectrales. Ils utilisent tous deux des décompositions en ondelette (DWT) 2D pour réduire la redondance spatiale associées à une (ou plusieurs) transformation linéaire pour réduire la redondance spectrale. Les

transformations linéaires testées sont la transformation de Karhunen-Loève (KLT) et les deux transformations retournées par les algorithmes d'analyse en composantes indépendantes (ICA) modifiés décrits dans Narozny *et al.* (Proc. *IEEE 4th Int. Symp. on Image and Signal Processing and Analysis*, 111–116, Zagreb, sept. 2005). Dans les deux schémas de compression la DWT est appliquée (sur chaque composante) avant la transformation spectrale. Dans un des deux schémas, il y a autant de transformations linéaires spectrales optimales que de sous-bandes et dans l'autre une seule transformation linéaire spectrale optimale est calculée et appliquée à toutes les sous-bandes. Ces schémas de compression ont été comparés, pour les trois transformations mentionnées sur des images multispectrales et des images AVIRIS et montrent les meilleures performances pour les transformations à base d'ACI : pour les images multispectrales une différence de l'ordre du dixième de décibel (dB) en faveur des transformations à base d'ICA par rapport à la KLT ont été observées et pour les images hyperspectrales c'est une différence plus nette (de 2 à 2,5 dB) qui a été observée. Les perspectives de Paul portent sur la recherche d'une transformation unique, remplaçant la DWT, assurant simultanément la réduction de redondance spatiale et spectrale. Une voie possible serait de modifier un algorithme de séparation convolutif pour optimiser la réduction de la redondance spatiale et spectrale.

## Conclusions

Michel Barret réalisera le Poster du projet pour les journées PaRI-STIC (du 21 au 23 novembre).

Un projet de recherche sera proposé à un groupe d'élèves de troisième année de Supélec en continuité avec l'étude réalisée l'année 2004/2005. L'objectif est d'exploiter et de comparer les résultats de segmentation à des fins de codage avec pertes.

Pour la suite du projet et afin de comparer les transformations étudiées par Paul à la décomposition fixe trouvée par Emmanuel, il faudrait utiliser une transformation étalon commune (la KLT comme transformation spectrale avant d'appliquer la DWT, comme cela est recommandé par JPEG2000 pour les images multicomposantes) et une base de données commune d'images hyperspectrales. Emmanuel se renseigne pour savoir s'il peut fournir quelques images à Paul ou comment ce dernier peut se les procurer (la NASA offre la possibilité à tout doctorant de récupérer une image AVIRIS et il est permis de préciser l'image fournie). De même, il serait bien que le CNES puisse fournir une image hyperspectrale avec la segmentation (vérité terrain) associée. Emmanuel Christophe se charge de se renseigner sur l'existence et la mise à la disposition d'une telle image. Paul devra évaluer la complexité des algorithmes qu'il utilise et étudier l'influence du nombre de bits par pixel sur les performances des algorithmes d'ACI modifiée.

Metz, le 24 octobre 2005  
M. BARRET