

# Classification d'images hyperspectrales basée sur rotation forest

Junshi Xia, Jocelyn Chanussot, [Xiyan He](#)

GIPSA-Lab. Département Images-Signal (DIS)  
Grenoble INP, France



Toulouse, 18 et 19 juin 2012

# Plan de la présentation

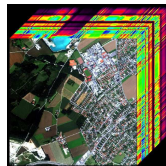
- Introduction
- De Random Forest vers Rotation Forest
- Etude expérimentale
- Conclusion et perspectives

# Introduction

- **Images hyperspectrales**

- ▶ Nombre élevé de bandes spectrales
- ▶ Nombre faible des échantillons

⇒ **Phénomène de Hughes**



## Solutions possibles

- 1 Réduction de dimension
- 2 Classifieurs spécifiques
- 3 Apprentissage d'ensemble

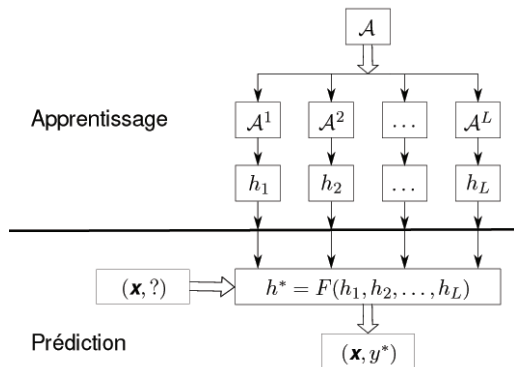
# Apprentissage d'ensemble

- **Conditions nécessaires :**

- 1 Performants
- 2 Divers

- **Méthodes d'ensemble**

- ▶ Bagging
- ▶ Boosting
- ▶ Random forest
- ▶ Rotation forest
- ▶ ...



# Random forest

- **Chaque arbre de décision :**

- 1 Sous-ensembles aléatoires de données d'apprentissage - bootstrap
- 2 Sous-ensembles aléatoires de caractéristiques



# Rotation forest

- **Analyse en composantes principales : Diversité**
    - 1 Sous-ensembles aléatoires de données d'apprentissage - bootstrap
    - 2 Sous-ensembles aléatoires de classes
    - 3 Sous-ensembles aléatoires de caractéristiques
  - **Toutes les composantes sont conservées : Performance**
- ⇒ **Classification d'images hyperspectrales**

# Rotation forest - Méthode I

- **Notations**

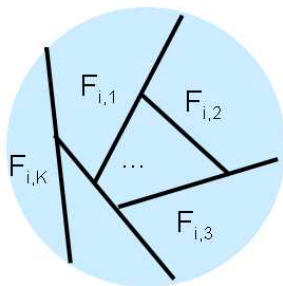
- ▶  $X = [\mathbf{x}_1, \dots, \mathbf{x}_N]^t$  : matrice de données avec  $N$  observations ( $\mathbf{x}_i = [x_1, \dots, x_n]^t$ )
- ▶  $y_i$  : label associé à l'observation  $\mathbf{x}_i$
- ▶  $F$  : ensemble d'attributs
- ▶  $L$  : nombre de classifieurs dans le système d'ensemble ( $D = [D_1, \dots, D_L]$ )

- **Chaque classifieur élémentaire peut être construit parallèlement**

# Rotation forest - Méthode II

- Pour chaque classifieur élémentaire  $D_i$

1 Fragmenter  $F$  (l'ensemble d'attributs) en  $K$  sous-ensemble :  $F_{i,j}, j = 1, \dots, K$



2 Pour  $j = 1, \dots, K$  :

- ▶  $X_{i,j}$  : ensemble de données avec les attributs dans  $F_{i,j}$
- ▶ Eliminer un sous-ensemble aléatoire de classes
- ▶ Générer un ensemble de données  $X'_{i,j}$  par bootstrap à partir de  $X_{i,j}$
- ▶ Appliquer ACP sur  $X'_{i,j}$   
 ⇒ Composantes principales :  $a_{i,j}^1, a_{i,j}^2, \dots, a_{i,j}^M$



## Rotation forest - Méthode III

- Pour chaque classifieur élémentaire  $D_i$

- 3 Organiser toutes les composantes principales dans une matrice  $R_i$  :

$$R_i = \begin{bmatrix} a_{i,1}^{(1)}, a_{i,1}^{(2)}, \dots, a_{i,1}^{(M_1)} & [0] & \dots & [0] \\ [0] & a_{i,2}^1, a_{i,2}^2, \dots, a_{i,2}^{M_2} & \dots & [0] \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ [0] & [0] & \dots & a_{i,K}^1, a_{i,K}^2, \dots, a_{i,K}^{M_K} \end{bmatrix}$$

- 4 Ranger les colonnes de  $R_i$  en même ordre que celui d'attributs dans  $F$   
 ⇒ Matrice de rotation  $R_i^a$

- 5 Construire Classifieur  $D_i$  en utilisant  $XR_i^a$

- Décision finale :

$$D^*(\mathbf{x}) = \operatorname{argmax}_y \sum_{i=1}^L \mathbb{I}(D_i(\mathbf{x}R_i^a) = y)$$

# Etude expérimentale

TABLE: Méthodes comparées

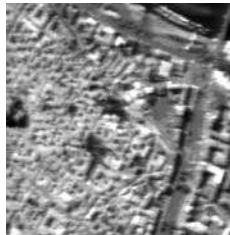
Méthode	Implémentation
<b>SAM : spectral angle mapper</b>	ENVI
<b>SID : spectral information divergence</b>	ENVI
<b>SVM</b>	LibSVM
<b>J48</b>	WEKA
<b>Bagging</b>	WEKA
<b>AdaBoost</b>	WEKA
<b>Random forest</b>	WEKA
<b>Rotation forest</b>	WEKA

# Images hyperspectrales utilisées

AVIRIS (145 × 145)



DAIS (400 × 400)



# Résultats - AVIRIS

Méthode	OA (%)	Coefficient Kappa
<b>SAM</b>	43.4	0.37
<b>SID</b>	47.6	0.42
<b>SVM</b>	84.1	0.82
<b>J48</b>	86.6	0.85
<b>Bagging</b>	92.3	0.91
<b>AdaBoost</b>	92.9	0.92
<b>Random forest</b>	92.8	0.92
<b>Rotation forest</b>	<b>95.3</b>	<b>0.95</b>

(OA : Taux de pixels bien classés)



(a) SAM



(b) SVM



(c) Random forest

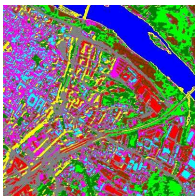


(d) Rotation forest

# Résultats - DAIS

Méthode	OA (%)	Coefficient Kappa
<b>SAM</b>	87.7	0.85
<b>SID</b>	89.1	0.87
<b>SVM</b>	<b>96.2</b>	<b>0.95</b>
<b>J48</b>	92.3	0.91
<b>Bagging</b>	93.2	0.92
<b>AdaBoost</b>	94.6	0.94
<b>Random forest</b>	93.7	0.92
<b>Rotation forest</b>	95.3	0.94

(OA : Taux de pixels bien classés)



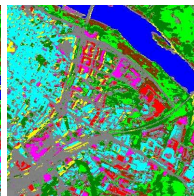
(a) SAM



(b) SVM

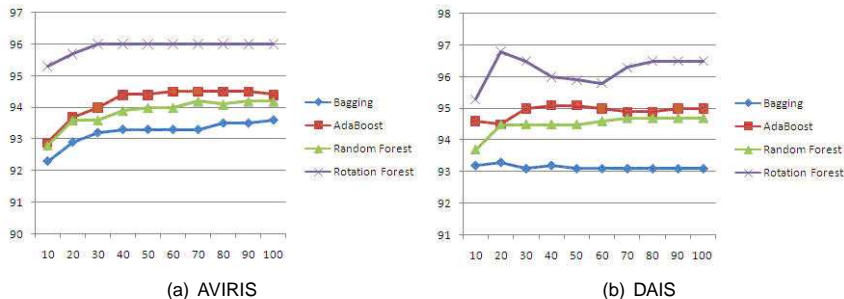


(c) Random forest



(d) Rotation forest

# Influence du nombre de classifieurs dans un système d'ensemble



## Rotation forest

**Nombre de classifieurs élémentaires nécessaires bien réduit :**  
**(AVIRIS :  $L = 30$ , DAIS :  $L = 20$ )**

# Conclusion et perspectives

- **Classification d'images hyperspectrales :**

- ▶ Méthode d'ensemble : Rotation forest

- Matrices de rotation : classifieurs Performants et divers
- Nombre de classieurs élémentaires nécessaires bien réduit

- **Perspectives**

- ▶ Fusion de décision : Rotation forest + différentes méthodes
- ▶ Sélection d'attributs : Projection aléatoire...

Merci beaucoup pour votre attention !