

Formation à l'Orfeo ToolBox: Introduction des Travaux Pratiques

Manuel Grizonnet (CNES), Julien Michel (CNES), Victor Poughon (CNES)



2016

Objectifs de la formation

Objectifs

Présenter l'OTB et mettre en oeuvre les outils disponibles dans les OTB applications pour l'exploitation, la manipulation des images de télédétection

Capacités acquises en fin de formation

Mise en œuvre de chaîne de traitements d'images en utilisant les applications OTB, incluant entre autre :

- ▶ Extraction de primitives
- ▶ Calibration
- ▶ Classification
- ▶ Segmentation
- ▶ Traitements basiques radar

Contenu du kit de formation

Répertoire Data

- ▶ Contient les données nécessaires à chaque TP, dans des sous-répertoire séparés
- ▶ Le sous-répertoire nécessaire est indiqué au début de l'énoncé du TP

Répertoire Documentation

Software Guide Guide de l'API C++ (contient également des descriptions algorithmiques)

CookBook Guide pour les non développeurs (contient l'API complète des applications)

QGIS User Guide Manuel d'utilisation de QGIS

Contenu du kit de formation

Répertoire Guide

- ▶ Guide de TP
- ▶ Planches (cette présentation)
- ▶ Guide d'installation
- ▶ Questionnaire d'évaluation
- ▶ Solutions (distribuées à la fin)

Origine des données

- LandSat-8** plusieurs dates concaténées, dénuagés (gap-filling) avec des données terrains de référence au format ESRI Shapefile (pour le TP classification),
- Pléiades** image PHR Bundle PRIMARY Niveau 1A issue de la RTU sur le site OSR MiPy, acquise en novembre 2013 (©CNES (2013), distribution Airbus DS/ Spot Image),
- Sentinel-1** Produit SLC (complexe) SM (strip Map, les plus résolues), bi-polarisation (HH et HV) sur le sud du lac Constance (Allemagne).

Accès aux données

LandSat-8 produit de niveau 2A disponible sur le site THEIA
(<https://www.theia-land.fr/>)

Pléiades accès privilégié UIA (institutionnels français) :
<http://professionnels.ign.fr/images-pleiades>

Sentinel-1 Données gratuites disponible sur ESA
Hub(<https://scihub.copernicus.eu/>) ou sur le site CNES
PEPS(<https://peps.cnes.fr>)

Informations pratiques

Repas

Code Wifi

Autre ?

Sommaire

① Introduction

② TP1 : Généralités

Utiliser Monteverdi et QGIS

Le mécanisme des applications Orfeo ToolBox

Les mécanismes internes de l'Orfeo ToolBox

③ TP2 : Imagerie THR optique, des pré-traitements au SIG

④ TP3 : Classification supervisée pour les séries multi-t

⑤ TP4 : Traitements SAR pour l'imagerie Sentinel 1

Objectifs et Données

Objectifs

- ▶ Savoir visualiser une image et régler son rendu dans Monteverdi,
- ▶ Savoir visualiser une pile de données dans Monteverdi,
- ▶ Savoir visualiser une image et régler son rendu dans QGIS,
- ▶ Savoir visualiser une données vecteur dans QGIS,
- ▶ Savoir visualiser une pile de données dans QGIS,
- ▶ Échanger des trucs et astuces.

Données

Les données utilisées se trouvent dans les répertoires suivant :

- ▶ Data/preprocessing (extrait Pléiades)
- ▶ Data/classification/Extract16bits/ (séries temporelle LandSat8)
- ▶ Data/classification/training/ (fichier vecteur shp)

Déroulement

- 1 Visualiser une image dans Monteverdi
- 2 Visualiser une pile d'images dans Monteverdi
- 3 Visualiser une image dans QGIS
- 4 Visualiser une données vecteur dans QGIS

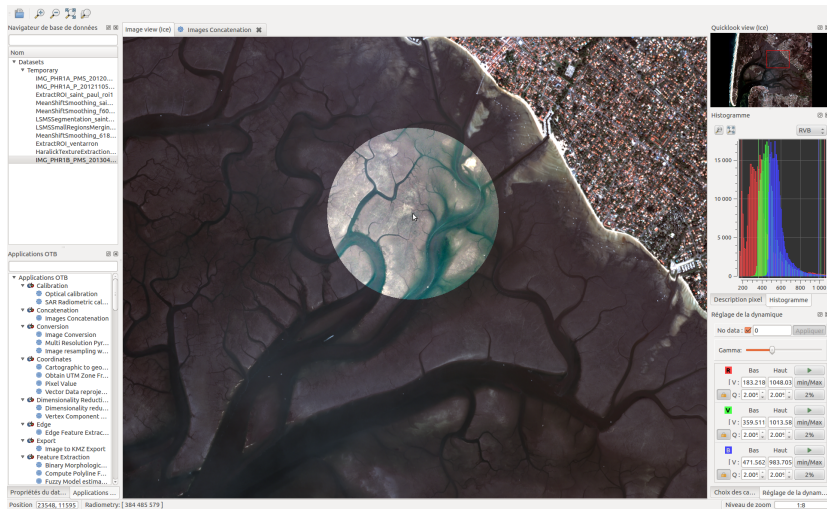
Introduction

- ▶ Plusieurs logiciels qui partagent des fonctionnalités communes
- ▶ Mais des philosophies parfois différentes (Monteverdi orienté et centré "Image", QGIS plateforme SIG)
- ▶ Plusieurs façon de faire la même opération dans ces logiciels

Monteverdi

- ▶ A l'origine c'est un outil simple de démonstration du potentiel de la librairie OTB
- ▶ Devenu un outil intégré de visualisation qui embarque toutes les OTB-Applications
- ▶ Interface graphique qui utilise la bibliothèque Qt
- ▶ le moteur de rendu utilise la librairie Ice (OpenGL+OTB)
- ▶ Effets tirant partie des capacités des cartes graphiques actuelles (shader) pour effectuer des rendus à la volée (contraste local, transparence, gradient...)

Monteverdi



Monteverdi

- ▶ Fenêtre principale découpée en plusieurs parties :
 - ▶ Main menu (ouvrir image, fermer, préférences...)
 - ▶ Top toolbar (raccourcis)
 - ▶ Image displaying (vue principale)
 - ▶ Right side dock (composition colorée, quicklook...)
 - ▶ Stack layer (pile d'images)
 - ▶ Voir A brief tour of Monteverdi

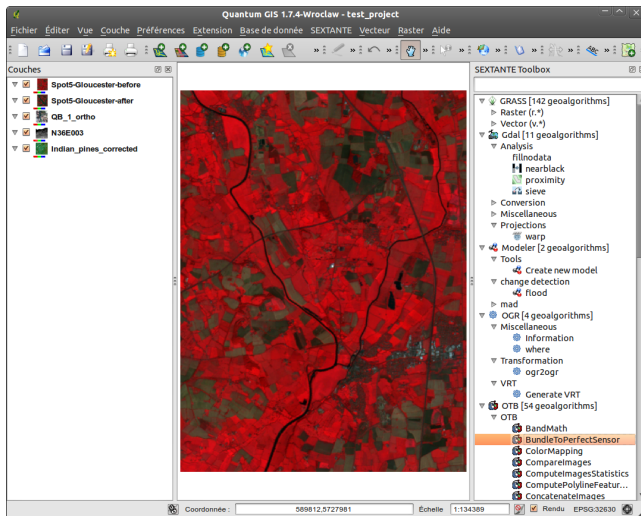
Quantum GIS

- ▶ système d'information géographique (SIG) : système d'information capable d'organiser et de présenter des données alphanumériques spatialement référencées
- ▶ Les principales fonctionnalités d'un SIG sont les suivantes :
 - ▶ Affichage ou production de cartes
 - ▶ Acquisition des données
 - ▶ Analyse des données pour créer une nouvelle information
 - ▶ Abstraction ou représentation des éléments choisis
 - ▶ Archivage
- ▶ Beaucoup de support de formation, tutoriels disponibles (par exemple en français : Intro ENTE Aix - ENS - Licence ouverte)

Quantum GIS processing (a partir de la version 2.0)

- ▶ Plateforme de traitements permettant d'intégrer avec GRASS, SAGA-GIS, R et l'OTB !
- ▶ Historique : intégration dans QGIS du projet sextante (développée par Victor Olaya)
- ▶ Accès à toutes les applications OTB (certaines sont repackagées avec une interface simplifiée)
- ▶ Voir QGIS processing documentation

Quantum GIS



Principe

- ▶ Découverte du jeu de données et des logiciels
- ▶ Monteverdi :
 - ▶ Savoir visualiser une image et régler son rendu
 - ▶ Savoir visualiser une pile de données
 - ▶ Explorer les "Effets" disponible
- ▶ QGIS :
 - ▶ Savoir visualiser une image et régler son rendu
 - ▶ Savoir visualiser une données vecteur
 - ▶ Savoir visualiser une pile de données
- ▶ Travail 15 minutes en binome et en aveugle
- ▶ Tour de table (30 à 45 minutes), chaque binome passe devant les autres et propose une astuce ou pose une question

Sommaire

① Introduction

② TP1 : Généralités

Utiliser Monteverdi et QGIS

Le mécanisme des applications Orfeo ToolBox

Les mécanismes internes de l'Orfeo ToolBox

③ TP2 : Imagerie THR optique, des pré-traitements au SIG

④ TP3 : Classification supervisée pour les séries multi-t

⑤ TP4 : Traitements SAR pour l'imagerie Sentinel 1

Objectifs et données

Objectifs

- ▶ Savoir rechercher une application dans la liste des applications disponibles
- ▶ Savoir paramétrer une application
- ▶ Savoir trouver la documentation d'une application
- ▶ Savoir utiliser plusieurs applications classiques

Données

Les données se trouvent dans le répertoire Data/stegano/.

Déroulement

Le TP consiste à décoder successivement 6 messages encodés par stéganographie dans les images, en utilisant les applications OTB.

Rapide intro aux OTB-Applications

- ▶ Orfeo ToolBox est une **bibliothèque** offrant des fonctionnalités de télédétection
- ▶ Souvent nécessaire de combinant plusieurs fonctions (filtres) OTB dans une chaîne de traitements
- ▶ Besoin interface de plus haut niveau (paramètres, les données d'entrée et de sortie, les logs. . .)
- ▶ Chaque application correspond à une fonctionnalité de "haut niveau" (segmentation, orthorectification, segmentation, calculatrice sur les bandes. . .)
- ▶ Correspond à une classe C++ (*otb : :Application*) → librairie
- ▶ Mécanisme de plugin
- ▶ Possibilité de développer et distribuer ces applications *homemade*

Rapide intro aux OTB-Applications

- ▶ En ligne de commande → `otbcli_Orthorectification`
- ▶ Dans une interface graphique → `otbgui_Orthorectification`
- ▶ En Python :

```
import otbApplication  
orth=otb.Registry.CreateApplication("OrthoRectification")
```

- ▶ Intégré dans QGIS → Menu *processing*
- ▶ Intégré dans Monteverdi

GUI

Ortho-rectification - 4.1.0

Parameters | Logs | Progress | Documentation

Input and output data

☒ Input Image

☒ Output Image float

Output Cartographic Map Projection

Universal Trans-Mercator (UTM)

☒ Zone number 31 Reset

☐ Northern Hemisphere

Output Image Grid

Parameters estimation modes

User Defined

☒ Upper Left X 0.00000 Reset

☒ Upper Left Y 0.00000 Reset

☒ Size X 0 Reset

☒ Size Y 0 Reset

☒ Pixel Size X 0.00000 Reset

☒ Pixel Size Y 0.00000 Reset

☐ Lower right X 0.00000 Reset

☐ Lower right Y 0.00000 Reset

☐ Model ortho-image Reset

☒ Force isotropic spacing by default

☒ Default pixel value 0.00000 Reset

Elevation management

☐ DEM directory

☐ Geoid File

☒ Default elevation 0.00000 Reset

Interpolation

Bicubic interpolation

☒ Radius for bicubic interpolation 2 Reset

Speed optimization parameters

☐ RPC modeling (points per axis) 10

☐ Avoid public data (beta) 1.0

Select parameters

No process

Execute Quit

Paramétrage

- ▶ Afficher l'aide de l'application d'OrthoRectification (bon exemple)
- ▶ Notion de *groupe de paramètres*
- ▶ Notion de *paramètre obligatoire*
- ▶ Dépendance entre paramètre (dynamique)
- ▶ Valeur par défaut
- ▶ Type des images en sortie (par défaut flottant)

Autre Exemple : BandMath

- ▶ Calculatrice raster
- ▶ Utilise la librairie MuParser
- ▶ Prend en entrée une liste d'images (paramètre *-i/*)
- ▶ Codage des expressions mathématiques :
 - ▶ imXbY :
 - ▶ X : numéro de l'image dans la liste (de 1 à N)
 - ▶ Y : numéro de la bande dans l'image X (de 1 à N)
 - ▶ Liste des opérateurs mathématiques disponibles
- ▶ Exemples :
 - ▶ `*-exp "(im1b4 - im1b1) / (im1b4 - im1b1))"`
 - ▶ `*-exp "acos((123*im1b1+265*im1b2+652*im1b3) / (sqrt(123*123+265*265+652*652) *sqrt(im1b1*im1b1+im1b2*im1b2+im1b3*im1b3))))"`
 - ▶ `*-exp "im1b1>0.5?255:0"*`

Liens utiles

- ▶ Introduction aux OTB applications
- ▶ Documentation de référence des applications
- ▶ Exemples utilisation des OTB applications
- ▶ QGIS processing
- ▶ Aide d'une application : `otbcli_XXX -help`

Sommaire

① Introduction

② TP1 : Généralités

Utiliser Monteverdi et QGIS

Le mécanisme des applications Orfeo ToolBox

Les mécanismes internes de l'Orfeo ToolBox

③ TP2 : Imagerie THR optique, des pré-traitements au SIG

④ TP3 : Classification supervisée pour les séries multi-t

⑤ TP4 : Traitements SAR pour l'imagerie Sentinel 1

Objectifs et données

Objectifs

- ▶ Comprendre les mécanismes transparents de l'Orfeo ToolBox
- ▶ Savoir influencer la manière dont l'Orfeo ToolBox exécute un traitement
- ▶ Savoir où trouver des informations complémentaires

Données

Les données se trouvent dans le répertoire `Data/internals/`.

Déroulement

Le déroulement du TP est le suivant :

- ① Encodage des images
- ② Fichiers geom
- ③ Noms de fichiers étendus
- ④ Streaming
- ⑤ Multi-threading

Encodage des images

type	plage de valeurs	nombre de bits
uint8	[0,255]	8 bits
int16	[-32 767, +32 767]	16 bits
uint16	[0, 65 535]	16 bits
int32	[-2 147 483 647, -2 147 483 647]	32 bits
uint32	[0, 4 294 967 294]	32 bits
float	$[-3.402823 \times 10^{38}, 3.402823 \times 10^{38}]$	32 bits
double	$[-10^{308}, 10^{308}]$	64 bits

Fichiers geom

[...]

samp_num_coeff_15: -8.69402623737171e-06

samp_num_coeff_16: -2.52010136133467e-09

samp_num_coeff_17: -5.70277370040739e-07

samp_num_coeff_18: -2.67844954240191e-07

samp_num_coeff_19: -7.80920276666093e-09

samp_off: 19999

samp_scale: 19999.5

sensor: PHR 1A

[...]

support_data.image_date: 2012-11-15T11:05:04.4Z

support_data.image_id: 602631101-001

support_data.image_size: 38187 38890

support_data.instrument: PHR

support_data.instrument_index: 1A

support_data.line_period: 0.0735

[...]

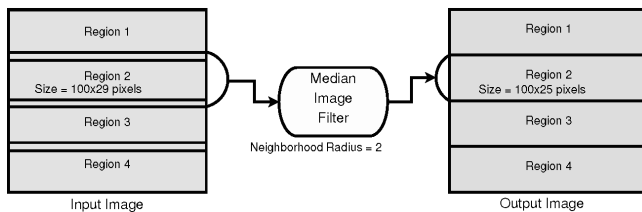
Noms de fichiers étendus

Syntaxe comprise par tout code OTB lisant ou écrivant des images

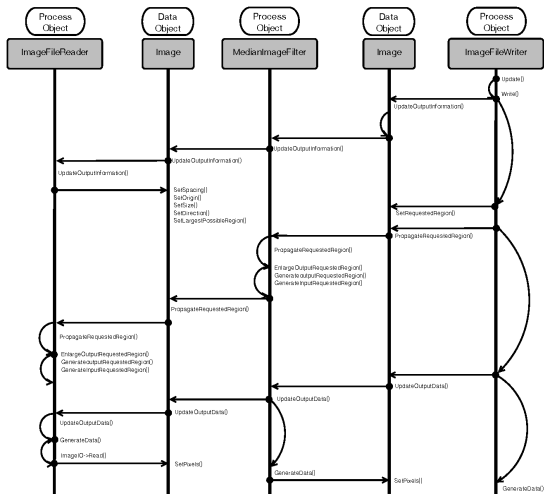
```
"myImage.tif?&geom=mygeom.geom"
```

```
"myImage.tif?&gdal:co:TILED=yes&streaming:type=none"
```

Streaming et multi-threading (1/2)



Streaming et multi-threading (2/2)



Sommaire

- 1 Introduction
- 2 TP1 : Généralités
- 3 TP2 : Imagerie THR optique, des pré-traitements au SIG**
Pré-traitements de l'imagerie THR optique
Segmentation et export vers un SIG
- 4 TP3 : Classification supervisée pour les séries multi-t
- 5 TP4 : Traitements SAR pour l'imagerie Sentinel 1

Objectifs et Données

Objectifs

- ▶ Savoir réaliser une calibration optique
- ▶ Savoir réaliser une fusion (pan-sharpening)
- ▶ Savoir réaliser une ortho-rectification

Données

Les données se trouvent dans le répertoire Data/preprocessing/. Les sous-répertoires SRTM et Geoid sont également utilisés.

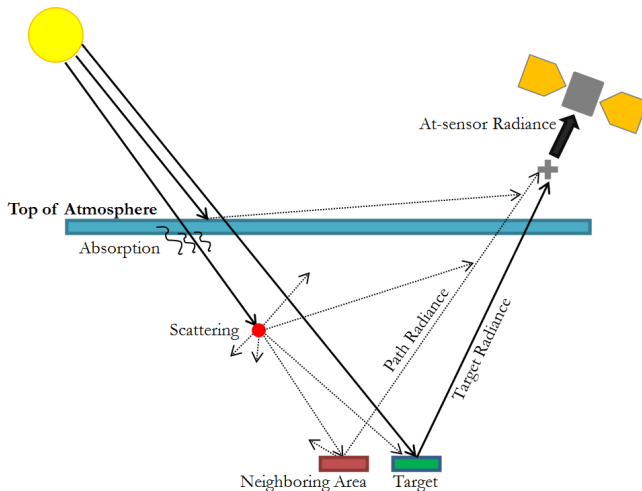
Déroulement

Le déroulement du TP est le suivant :

- ❶ Corrections atmosphériques
- ❷ Fusion P+XS
- ❸ Ortho-rectification

Calibration radiométrique

Correction atmosphérique



Schematic of atmospheric attenuation of the electromagnetic energy while going from sun to target and then to the sensor

Fusion (pan-sharpening)

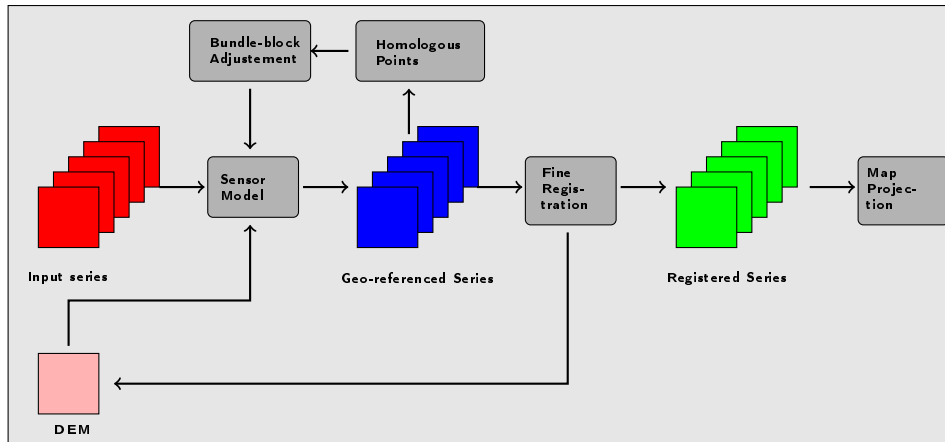
Pourquoi le pansharpening ?

- ▶ La plupart des capteurs THR sont constitués de deux voies :
 - ▶ Une voie panchromatique (une bande spectrale large) très résolue
 - ▶ Une voie multi-spectrale (plusieurs bandes spectrales plus étroites) moins résolue (habituellement 4 fois moins)
- ▶ Pansharpening = image de synthèse avec la résolution du panchro et la couleur du multi-spectral

Principe :

- ① Superposition fine des voies P et XS
- ② Application d'un algorithme de fusion

Orthorectification



Sommaire

- ① Introduction
- ② TP1 : Généralités
- ③ **TP2 : Imagerie THR optique, des pré-traitements au SIG**
Pré-traitements de l'imagerie THR optique
Segmentation et export vers un SIG
- ④ TP3 : Classification supervisée pour les séries multi-t
- ⑤ TP4 : Traitements SAR pour l'imagerie Sentinel 1

Objectifs et Données

Objectifs

- ▶ Connaître les étapes pour réaliser une segmentation
- ▶ Savoir optimiser les paramètres de la segmentation
- ▶ Savoir exporter la segmentation vers un logiciel SIG

Données

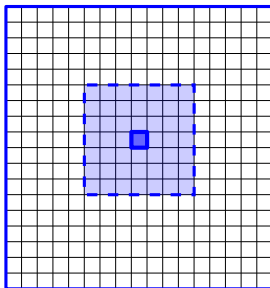
Les données pour cet exercice se trouvent dans le répertoire Data/segmentation.

Déroulement

Le déroulement du TP est le suivant :

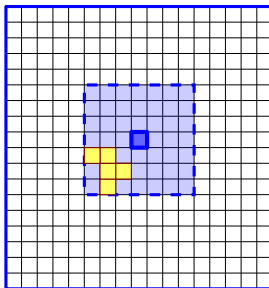
- ① Lissage de l'image par l'algorithme MeanShift
- ② Segmentation
- ③ Traitement des petites régions
- ④ Vectorisation
- ⑤ Filtrage des polygones dans QGIS

Algorithme MeanShift (1/4)



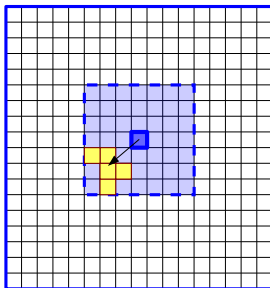
Recherche dans la fenêtre des pixels proches spectralement

Algorithme MeanShift (2/4)



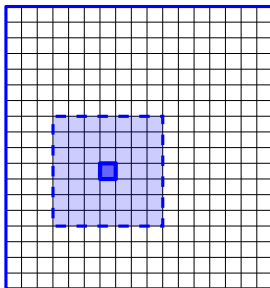
Moyennes spatiale et spectrale des pixels localisés dans la fenêtre

Algorithme MeanShift (3/4)



Déplacement du pixel vers le barycentre et affectation de la moyenne spectrale

Algorithme MeanShift (4/4)



Retour à l'étape 1 jusqu'à convergence

Sommaire

- 1 Introduction
- 2 TP1 : Généralités
- 3 TP2 : Imagerie THR optique, des pré-traitements au SIG
- 4 **TP3 : Classification supervisée pour les séries multi-t**
Classification supervisée pour les séries multi-temporelles
- 5 TP4 : Traitements SAR pour l'imagerie Sentinel 1

Objectifs et Données

Objectifs

Les objectifs sont les suivants :

- ▶ Connaître les différentes applications constituant la procédure de classification supervisée
- ▶ Utiliser différents algorithmes pour l'apprentissage
- ▶ Savoir mesurer les performances de la classification
- ▶ Connaître les post-traitements applicables à une classification

Données

Les données sont disponibles dans le répertoire Data/classification, avec les sous-répertoires suivants :

- ▶ Extract16bits contient la série multi-temporelle LandSat8,
- ▶ training contient la donnée d'apprentissage au format *shp*,
- ▶ testing contient la donnée de validation au format *shp*.

Déroulement

les étapes de l'exercice sont les suivantes :

- ① Introduction aux données landsat8
- ② Classification mono-date
- ③ Classification multi-date
- ④ Classification avec profil de NDVI
- ⑤ Post-traitements de la classification

Présentation des données LandSat8

Résolution spatiale : 30 mètres

Dates

2014-03-09

2014-04-01

2014-04-17

2014-05-28

2014-06-20

2014-07-31

2014-09-01

2014-10-03

2014-10-26

Bandes

0 Coastal aerosol

1 Blue

2 Green

3 Red

4 Near Infrared (NIR)

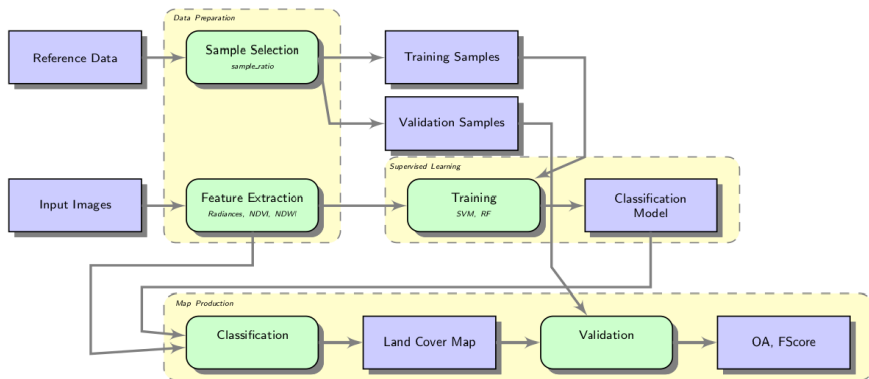
5 SWIR 1

6 SWIR 2

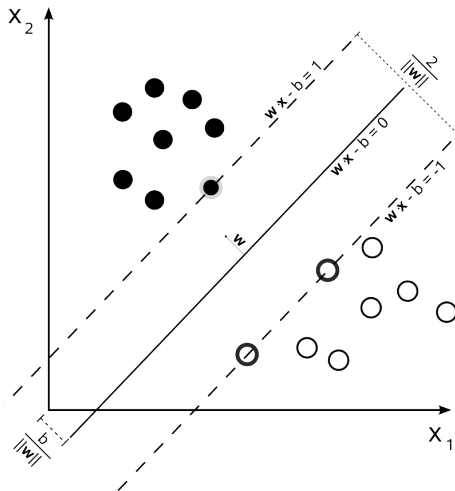
Présentation des données de référence

Code	Nom	#polygones
11	Éte	7898
12	Hiver	8171
31	Foret feuilles caduques	867
32	Foret feuilles persistantes	125
34	Pelouses	45
36	Lande ligneuse	386
41	Bati	4719
51	Eau	1280
211	Prairie	5647
221	Verger	204
222	Vigne	559

Classification supervisée



Algorithme SVM



Algorithme RF

Ensemble d'arbres de décision aléatoires

Apprentissage

- ❶ Séparer le jeu d'apprentissage en k ensembles S_k aléatoires
- ❷ Pour chaque S_k choisir aléatoirement F_k primitives
- ❸ Construire un arbre de décision récursivement, pour chaque noeud :
 - ❶ Choisir $f \in F_k$ et le seuil t_k qui sépare l'ensemble restant en 2 parties les plus pures
 - ❷ Arrêter quand l'ensemble restant devient trop petit

Décision

Vote majoritaire de tous les arbres aléatoires

Matrice de confusion

	Préd. 1	Préd. 2	Préd. 3
Réf. 1	Vrais pos. 1		
Réf. 2		Vrais pos. 2	
Réf. 3			Vrais pos. 3

- ▶ $precision = \frac{VP_i}{\sum pred.i}$
- ▶ $rappel = \frac{VP_i}{T \sum ref.i}$
- ▶ $Accuracy = \frac{\sum VP_i}{Total}$
- ▶ $Kappa = \frac{Accuracy - chance}{1 - chance}$

Sommaire

- ① Introduction
- ② TP1 : Généralités
- ③ TP2 : Imagerie THR optique, des pré-traitements au SIG
- ④ TP3 : Classification supervisée pour les séries multi-t
- ⑤ **TP4 : Traitements SAR pour l'imagerie Sentinel 1**
Introduction au traitements des images RSO

Objectifs et Données

Objectifs

- ▶ Savoir manipuler des images
- ▶ Savoir réaliser une calibration radiométrique
- ▶ Savoir réaliser une orthorectification
- ▶ Savoir utiliser le filtrage du speckle
- ▶ Savoir réaliser une analyse polarimétrique simple
- ▶ Savoir réaliser une extraction de primitives simple

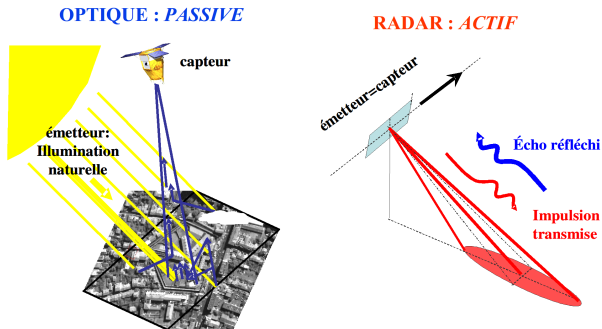
Données

Les données pour cet exercice se trouvent dans le répertoire Data/sar.

Déroulement

- 1 Introduction à l'imagerie RSO
- 2 Calibration radiométrique
- 3 Calibration géométrique
- 4 Filtrage du speckle
- 5 Polarimétrie
- 6 Extraction d'information

Différence Optique/SAR



(source CNES : IMAGERIE SPATIALE Des principes d'acquisition au traitement des images optiques pour l'observation de la Terre)

Introduction SAR

- ▶ RSO : Radar à Synthèse d'Ouverture (SAR en anglais)
- ▶ Impulsions hyperfréquences et enregistrement des échos
- ▶ Quasi-transparence de l'atmosphère
- ▶ Acquisition de jour comme de nuit
- ▶ Cours en ligne ENSG

Principe de fonctionnement

- ▶ 1 antenne réalise des impulsions micro-ondes dans le plan perpendiculaire à la trajectoire du porteur
- ▶ Écho recueilli par la même antenne
- ▶ Réflecteur sont localisés en fonction de leur éloignement (distance)
- ▶ Répétition des échos réalise la deuxième dimension (azimuth)
- ▶ Signal reçu par le radar est caractérisé par son amplitude et sa phase

Calibration radiométrique

- ▶ Comportement de la réflexion dépend des caractéristiques de la surface
- ▶ Notamment de sa rugosité, de l'humidité des sols
- ▶ Comme pour l'optique, la calibration permet de transformer des comptes numériques (CN) en grandeur physique
- ▶ Permet d'inter-comparer des images radars provenant de capteurs différents ou de capteurs identiques utilisés dans différents modes

Correction géométrique

- ▶ Spatialiser l'image
- ▶ Associer une coordonnée géographique au pixel
- ▶ le radar mesure la distance des objets obliquement
- ▶ Resolutions
 - ▶ $azimuthResolution = \frac{H * \lambda}{L * \cos(\theta)}$
 - ▶ $rangeResolution = \frac{c * prf}{2 * \sin(\theta)}$
- ▶ Il existe distorsions géométriques dues au déplacement du relief (foreshortening et layover)

Speckle

- ▶ Images RSO fortement affectées par le chatoisement (speckle)
- ▶ Bruit très fort
- ▶ Effet multiplicatif !
- ▶ Plusieurs méthodes pour réduire ce bruit
- ▶ Atténuer ce bruit en conservant le maximum de détails
- ▶ Filtrage permet d'améliorer énormément la qualité des images et leur interprétation

Pour aller plus loin

- ▶ S1 ToolBox (SNAP)
- ▶ Polarimétrie : ESA PolSARPro