ENSG

Jean-Paul RUDANT Rudant@univ-mlv.fr **janvier2015**

Cours : Approche Comparée des Télédétections Optique et Radar

Partie A: Approche comparée des télédétections optique et radar

Partie B: Zoom optique

Partie C: Zoom radar

Cette notice présente le plan du cours et un résumé de chaque séquence

PLAN

PartieA : ACTOR- : Approche comparée des télédétections optique et radar

1-Télédétection ?
2-Quelques propriétés des Ondes électromagnétiques
3-Trajectoires aériennes et orbitales des capteurs
4-Génération des images , Géométrie des images (dont effets du relief)
5- Nature de l'Enregistrement (capteur), quelles informations sur la surface
6- Résolutions (spatiale, spectrale, radiométrique, temporelle)
7-Accès au relief
8 -Restitution, visualisation des images
9-Conclusion partielle
Zoom Optique: & 5, 6 + instruments dont LIDAR
Zoom Radar: & 5,6 +instruments +(phase, interférométrie polarimétrie)

PARTIE B, ZTO- Zoom Télédétection Optique.

1-Généralités, expression générale de la puissance reçue par le capteur durée env.27 mn
2-Discussion: notion de luminance et de réflectance bidirectionnelle durée env. 21 mn
3-Résolution spatiale des images durée env. 10 mn
4- Analyse de quelques courbes et valeurs numériques, flux solaire, absorption atmosphérique ; durée env. 7 mn
5-Caractérisation d'une surface, réponse spectrale durée env.15mn
6-Quelques instruments et capteurs spatiaux ; env. 8 mn
7-Illustrations, canaux dérivés et conclusion ; env.14 mn

PARTIE C, ZTR Zoom Télédétection Radar

1 - Discussion autour du plan durée env. 2mn

2 - Mesure en puissance, comparaison avec la formulation des radaristes, coefficient de rétrodiffusion ~14mn

3- Cellule de résolution, paramètres influençant la mesure (pente, propriétés de la surface, caractéristiques de l'onde) ~8mn

4- Chatoiement (variabilité de la réponse (amplitude-phase) mesurée sur une zone homogène~10mn

5-Quelques mots sur la polarimétrie et l'interférométrie ~10mn

6-Influence des paramètres de surface, paysages naturels ~7mn

7-Quelques capteurs depuis 1991 ~5mn

8- Illustrations (en guise de conclusion) ~10 mn

CONCLUSION GENERALE APPROCHE COMPAREE des TELEDETECTIONS OPTIQUE et RADAR

Séquence Conclusion ~15mn

.

RESUME

Partie A : ACTOR,
Approche comparée des télédétections optique et radar

Séquence ACTOR 1: Introduction à la télédétection 00:07:14

Discussion du plan du cours, présentation générale de la télédétection , évolution depuis un siècle, différents usages des images optique et radar

Séquence ACTOR 2: Ondes électromagnétiques 00:19:41

Les ondes électromagnétiques, les domaines optique, proche infra rouge (PIR), thermique, micro-ondes (radar), notions de polarisation, de cohérence. Pénétration des ondes dans certains mileiux. Comparaison optique radar

Séquence ACTOR 3: Trajectographie 00:10:36

Trajectoires aériennes et orbitales, référentiels terrestre et géocentrique, orbites héliosynchrones et géostationnaires, fauchée, période de revisite, Comparaison optique et radar

Séquence ACTOR 4: Génération des images ; éléments de géométrie 00:38:00,

4-1 Génération des images 9'26''

Capteurs matriciels et barrettes de détecteurs, acquisition ligne à ligne en radar et en optique

4-2 éléments sur la géométrie des images de ~18',

Cas de l'optique, perspective conique, effets du relief

Cas du radar, dans une ligne, classement des points du sol selon la distance à l'antenne, effets du relief

Effets de l'inclinaison des orbites et de la rotation de la terre

4-3 illustrations et conclusion de ~11' de 27'06'' a 38' FIN

Exemples d'images optique et radar, comparaison sur la Tour Eiffel à Paris, relief couvert de forêt, effets de la rotation de la terre, orbites montante (de nuit) et descendante (de jour) en radar

Séquence ACTOR 5: Quel enregistrement pour un pixel, quelle mesure (ou réponse) ?

Sequence ACTOR 5-0 durée 8 :53

Introduction, discussion autour du plan de la séquence 5

Sequence ACTOR 5-1 durée env. 9'

Vocabulaire utilisé, puissance reçue par un pixel sol, puissance réfléchie, réflectivité hémisphérique

Sequence ACTOR 5-2 durée env. 8'

Puissance réfléchie vers le capteur; cas de réflexions isotrope puis non isotrope, coefficient directionnel, angle solide sous lequel on voit le capteur depuis un point du sol.

Sequence ACTOR 5-3 durée env. 13'30 ''

Réflexion lambertienne (usage courant en optique)

facteur directionnel quel que soit **ui** , G(**ui, ur**) = G(r) = (1/π) cos(r)

Cas d'un capteur optique, introduction des facteurs $\Delta\Omega_{\text{IVOV et}}$ Δs^{capt}_{eFF}

Sequence ACTOR 5-4 duree env. 11'

réflexion lambertienne, calcul complet en exercice, illustrations

Suivent deux textes explicatifs concernant en optique,

La notion de luminance -

le calcul de la puissance reçue par le capteur dans le cas général, non Lambertien

Sequence ACTOR 5-5 durée env. 6'

Analyse des facteurs qui influencent la réponse radar , termes variables au sein d'une même image cos(incLocale) , Réflectivité hémisphérique, coefficient directionnel

Sequence ACTOR 5-6 durée env. 12'

Variabilité de G(**ui, ur**) en optique et en radar, cas isotrope en radar, lambertien en optique, cas spéculaire, cas des points brillants en radar

Sequence ACTOR 5-7 durée env. 9'

Illustrations en radar et en optique , discussion de la relation générale, perception du relief en optique et en radar, cas d'un éclairement diffus en optique

Notons un lapsus pour la réflectivité globale de l'onde radar sur l'eau : il est dit 100% au lieu de 50% (ordre de grandeur)

Sequence ACTOR 5-8 durée env. 10' , 5' pour l'optique et 5' pour le radar

Résumé- conclusion ; quels sont les facteurs variables au sein d'une même image

Comparaison optique radar

Séquence ACTOR 6: Résolutions spatiale, spectrale, radiométrique et temporelle, durée environ 28'

Sequence ACTOR 6-1 durée env. 9 mn Résolutions spatiale et spectrale

Résolution spatiale : notion expérimentale ; en optique (simplification) résolution spatiale confondue avec la taille du pixel , exemples en optique de 40 cm à 2 mm, en radar, dégradation de la résolution spatiale effective due au chatoiement d'où l'intérêt des moyennes.

Résolution spectrale : largeur de bande en optique ;plus grande en panchromatique P qu'en multispectral XS (meilleure résolution spatiale en P qu'en XS). Pas d'existence pratique en radar .

Sequence ACTOR 6-2 Résolutions radiométrique et temporelle durée env. 12 mn

Résolution radiométrique : exemple en optique de codage variant de 2 a 8 bits par pixel, cas du chatoiement en radar

Résolution temporelle : orbites héliosynchrones ; cas des capteurs mono incidence et des capteurs multi-incidences ; cas des orbites géostationnaires

Sequence ACTOR 6-3 durée env. 7 mn Conclusion séquence 6

Conclusion, illustration de chatoiement avec effets de bruitage d'images optiques

Format des images délivrées par les agences

Sequence ACTOR 7 Restitution, visualisation des images 14 :30

Cas des images mono canal, cas multi canal . En optique vraies et fausses couleurs. En radar composition multi bandes, polarimétriques, temporelles…, filtrage du chatoiement, passage de 16b par pixel a 8b par pixel pour la visualisation

Séquen ce ACTOR 8-Accès au relief ~10'

Qualitativement : en optique, variabilité d'éclairement. En radar, alternance de faces plus claires et plus foncées

Quantitativement, stéréoscopie en optique et en radar, quelques mots sur l'interférométrie radar.

9-Séquence ACTOR -Conclusion partielle ~8'

Synthèse sur les caractères communs et différents pour les images optique et radar, présentation des deux Zooms Optique et Radar

PARTIE B, ZTO , Zoom Télédétection Optique.

Séquence ZTO -1 Généralités, expression générale de la puissance reçue par le capteur durée env. 27 mn

Présentation générale, Flux solaire, Eclairement, réflexion hémisphérique, cas isotrope, lambertien …, causes de perturbation

Séquence ZTO-2 Discussion: notion de luminance et de réflectance bidirectionnelle durée env. 21 mn

Puissance reçue globale et spectrale (par micron), facteurs intervenant dans la mesure. Surface du sol vue comme une source secondaire, notion de luminance, cas général, cas lambertien, valeurs spectrale et globale

Séquence ZTO -3 Résolution spatiale des images durée env. 10 mn

Discussion, dimension des détecteurs, distance focale, IFOV (instantaneoux field of view) et échantillonnage sur la barrette des détecteurs, tache de diffraction de l'objectif, discussion sur le vocabulaire utilisé (Energie et Puissance). Intervalle de temps entre acquisitions d'images successives.

Séquence ZTO -4 Analyse de quelques courbes et valeurs numériques, flux solaire, absorption atmosphérique ; durée env. 7 mn

Analyse de courbes, densité spectrale de puissance, hors atmosphère, au sol, absorption atmosphérique, notion de réflectance dans le cas lambertien, luminance spectrale, domaines optique et thermique

Séquence ZTO-5 Caractérisation d'une surface, réponse spectrale durée env.15mn

Discussion direction d'éclairement et d'observation. Cas simple lambertien (à un moment, oubli de l'indice λ pour la luminance spectrale L_λ). Exemples divers de signatures spectrales, végétation chlorophylienne, facteur humidité, cas des minéraux , variations saisonnières

Séquence ZTO -6 Quelques instruments et capteurs spatiaux ; env. 8 mn

Description de capteurs, principalement en terme de résolution spatiale et de résolution spectrale. (manque le capteur Sentinel 2 très intéressant (resolution spatiale de 10m pour certains canaux et libre d'accès) dont le lancement a eu lieu plus récemment)

Séquence ZTO -7 Illustrations, canaux dérivés et conclusion ; env.14 mn

Exemples d'images de résolutions variées. Notions sur les traitements numériques destinés à faciliter l'interprétation des images ou à extraire automatiquement de l'information. Conclusion sur les facteurs intervenant dans la qualité d' une image.

PARTIE C , ZTR, Zoom Télédétection Radar

Séquence ZTR-1 Discussion autour du plan durée env. 2mn

Certaines questions sont renvoyées au cours plus complet de l'ENSG « teledetection radar » dans la mesure où il n'existe pas de notion parallèle en optique.

Explications sur le découpage en séquences vidéo qui chevauchent sans coïncider le plan proposé pour des raisons de durée limitée par séquence.

La séquence ZTR9 annoncée comme conclusion n'est pas présente dans ce Zoom « radar ». C'est en fait la conclusion générale de la comparaison optique radar.

Séquence ZTR-2 Mesure en puissance, comparaison avec la formulation des radaristes, coefficient de rétrodiffusion ~14mn

Flux radar incident, cas d'une cible à réflectivité isotrope, expression du coefficient de rétrodiffusion

Pour les expressions obtenues, nécessité de moyenner sur une fenêtre encadrant un pixel donné pour limiter les effets du chatoiement

Séquence ZTR-3 Cellule de résolution, paramètres influençant la mesure (pente, propriétés de la surface, caractéristiques de l'onde) ~8mn

Cellule de résolution. Paramètres liés à l'onde (longueur d'onde, polarisation, direction de visée) et à la surface (pente, rugosité, humidité, biomasse…), influençant la mesure.

Séquence ZTR-4 Chatoiement (variabilité de la réponse (amplitude-phase) mesurée sur une zone homogène ~10mn

Modélisation simple de la réponse pour des cibles élémentaires présentes dans un pixel.

Comportement en amplitude et en phase. Caractérisation du chatoiement par le coefficient de variation. Effet d'une moyenne de n pixels sur le coefficient de variation .

Séquence ZTR-5 Quelques mots sur la polarimétrie et l'interférométrie ~10mn

Résumé textuel de notions de polarimétrie et d'interférométrie . le cours « Télédétection radar » de e-ENSG est plus complet sur ces thèmes

Séquence ZTR-6 Influence des paramètres de surface, paysages naturels ~7mn

Surfaces naturelles car les surfaces urbaines présentent des réponses plus anarchiques.

Principaux facteurs influençant la réponse (pour la surface du sol : rugosité, humidité, biomasse…, pour l'onde radar (longueur d'onde, polarisation..). Discussion sur les évolutions temporelles en forêt inondable et sur l'intérêt de la polarisation HV pour le suivi de la végétation.

Séquence ZTR-7 Quelques capteurs depuis 1991 ~5mn

Principaux capteurs radar satellitaires depuis 1991 (ERS1et2, Radarsat1, JERS, Radarsat2, ENVISAT, PALSAR, Cosmoskymed, TerrasarX, Sentinel1). Discussion sur le très important flux de données à gérer avec la série Sentinel de l'ESA.

Séquence ZTR-8 Illustrations (en guise de conclusion) ~10 mn

Divers exemples, influence de la pente en géomorphologie, de la rugosité en liaison avec la longueur d'onde, de la polarisation de l'onde. Exemple de pénétration (végétation et sable sec). Présentation rapide des applications interférométriques (accès au relief, déplacements du sol, image de cohérence).

Séquence ACTOR : CONCLUSION GENERALE ;
APPROCHE COMPAREE TELEDETECTION OPTIQUE RADAR
Séquence Conclusion ~15mn

Retour sur les différents facteurs, paramètres associés au sol et et aux ondes optiques et radar qui influencent la mesure .
Discussion autour de mots clef pour cette comparaison optique- radar
Exemple de Saint Louis du Sénégal ou les observations optique et radar peuvent sembler contradictoires alors qu'elles sont en fait complémentaires.
Discussion autour d'une idée simple : l'imagerie optique est proche de notre vision humaine , étendue au PIR (influencée par les réflectances spectrales) alors que le radar met en jeu des paramètres plus proche du sens du toucher (rugosité, humidité, diverses structures de végétation, déplacement de l'objet) souvent moins perceptibles visuellement, voire pas du tout.