

GROUPE DE TRAVAIL « METHODOLOGIE ORFEO »

GROUPE DE TRAVAIL
« METHODOLOGIE
ORFEO »

CONCLUSIONS DU GROUPE « 2D »

INTRODUCTION

ORFEO va permettre aux applications du domaine civil d'accéder à des données métriques ou sub-métriques, simultanément dans les domaines optique et radar avec une grande répétitivité, se rapprochant ainsi des performances de l'imagerie aérienne. Le séminaire « futurs utilisateurs d'ORFEO » du 1^{er} et 2 avril 2003 a mis en évidence nombres d'applications (de la cartographie au suivi des ressources naturelles en passant par la surveillance de régions) pour lesquelles les observations à très haute résolution spatiale s'avèrent indispensables pour franchir une étape dans la qualité de l'exploitation de la télédétection civile optique et radar. Par ailleurs, si avec ORFEO les utilisateurs pourront accéder à de nombreuses données très bien résolues spatialement, ces dernières seront également très volumineuses (pour une même surface étudiée). Le déficit actuel est alors de développer :

- des méthodes de traitement de ces données qui tirent au mieux parti de l'amélioration de la résolution¹ et des « nouveaux objets » visibles ;
- des méthodes de traitement de ces données aussi automatiques que possible car le volume de données décourage naturellement tout traitement nécessitant un opérateur.

Pour répondre à ces besoins, il convient d'initier les recherches nécessaires. En particulier, l'amélioration de la résolution ne s'accompagne pas que d'avantages, puisque, pour certaines applications, certains bruits (bruits liés à la surface elle-même, comme des animaux dans un champ, et non au capteur) apparaissent désormais. L'objet de ce document est alors de donner les pistes de recherche méthodologiques ayant été proposées suite à l'atelier THR du CNES du 22-23 juin 2003.

Par la suite, les deux grands types de résultats attendus qui se déclineront selon des thématiques plus particulières (milieu urbain, agricole, forêt, hydrologie, risque géologique, côtier, etc...) sont :

- l'amélioration de la description des surfaces notamment par une approche orientée objet-attribut (et non plus pixel-attribut), et dans la perspective de la description de scène (plutôt que d'image),
- l'amélioration de la description de l'évolution des scènes notamment par une quantification de l'évolution des attributs (géométriques, i.e. forme, et radiométriques) des objets.

LES RECOMMANDATIONS DU GROUPE DE TRAVAIL

Les principales pistes de recherche ont été réparties selon les quatre axes suivants :

1. Problèmes liés au multi-échelle et couplage avec des données exogènes,
2. Analyse des données RSO HR bande X,
3. Du pixel à l'objet : modèles et analyse d'images statiques ou dynamiques,

¹ Dans tout ce texte, résolution s'entend pour résolution spatiale.

4. De l'objet à la scène : modèles et analyse d'images statiques ou dynamiques - indexation.

L'organisation proposée selon les différents axes est celle ayant émergée suite aux discussions. Elle ne doit être vue que comme une proposition d'organisation pour les groupes de travail qui n'exclue nullement les relations entre groupes. Plusieurs apparaissent explicitement dans la suite du document. De même, on rappelle que la scission entre le « 2D » et le « 3D » n'est pas hermétique puisqu'au contraire des relations interactives doivent s'instaurer : pour le « 2D » (et notamment le recalage) un MNT, voire un MNE, est un pré-requis, tandis que l'extraction des objets sur les images 2D est un pré-requis à la construction de ces mêmes MNT ou MNE...

Par ailleurs, deux thèmes sont transverses au sens où on les retrouve dans au moins trois des quatre axes :

- la fusion de données optiques - radar,
- la détection de changement.

Si dans certains paragraphes, ils sont explicités, cela ne les exclut pas des autres.

PROBLEMES LIES AU MULTI-ECHELLE ET COUPLAGE AVEC DES DONNEES EXOGENES

CONTEXTE

La problématique décrite ici est celle de l'insertion d'un système nouveau, à savoir ORFEO, au sein de systèmes pré-existants. En particulier, même s'il est clair qu'un saut qualitatif et quantitatif dans le domaine de la télédétection est attendu avec l'arrivée d'ORFEO, du moins dans le cas des applications civiles, les systèmes antérieurs de résolution spatiale moins bonne (décamétrique à kilométrique) continueront d'exister et d'être exploités. L'intérêt d'être capable de combiner ces différents systèmes notamment pour le mode « routine » ne doit donc pas être sous-estimé.

OBJECTIFS

Les travaux de l'axe « Problèmes liés au multi-échelle et couplage avec des données exogènes » et les compétences des équipes impliquées peuvent s'organiser autour des trois objectifs suivants : recalage, analyse multi-résolution, et assimilation. Le premier point est à voir à plus court terme que les deux suivants.

RECALAGE

En préliminaire à la fusion de données, on trouve le problème du recalage. Ce problème n'est certes pas nouveau mais les imprécisions dont on s'accommodait jusqu'alors (de l'ordre de la dizaine de mètres, et qui sont les mêmes que celles annoncées pour ORFEO) ne sont plus tolérables pour des données à la résolution métrique ou sub-métrique. Le recalage automatique ne pourra donc plus se faire à partir des seuls paramètres d'acquisition du systèmes (et d'un MNT), mais nécessitera la prise de points d'appui.

Pour détecter ces derniers de façon automatique, deux pistes peuvent être envisagées :

- La détection automatique de formes géométriques (alignements de points, objets fermés...) par la théorie de la « significativité » (cf. § « De l'objet à la scène : modèles et analyse d'images statiques ou dynamiques - indexation », sous-section « Analyse d'images et de scènes ») : des points particuliers de ces objets, angles notamment, pourraient être mis en correspondance en tant que points d'appui pour le calcul automatique de la fonction de recalage.
- Des techniques utilisées en vision robotique et poursuite de cibles, et qui permettent notamment le recalage fin de données hétérogènes, et sont robustes même en cas de changements sur la scène observée : pour recalibrer deux images non acquises du même point de vue, et dans le cas d'une région avec relief pour laquelle on dispose d'un modèle numérique de terrain pour tenir compte de l'aspect 3D, on cherchera alors à exploiter des points clés (points d'intérêt ou zones texturées) invariants entre les deux images, et on optimisera la position de l'acquisition des images par analyse de la cohérence de la re-projection sur le MNT.

ANALYSE MULTI-RESOLUTION

L'analyse multi-résolution permet notamment la décomposition d'une scène ou d'un paysage dans l'espace des résolutions, ceci afin d'analyser sa structure. Or, ces dernières années, de nombreux progrès ont permis des avancées théoriques pour ce type d'analyse. Parmi les principales approches, on peut citer celles utilisant la morphologie mathématique, la théorie des ondelettes, celle du *space scale*, ou encore la notion d'entropie multi-échelle (la liste n'est pas exhaustive).

Cependant, ces travaux ne se sont généralement pas tellement intéressés aux applications pour la télédétection, bien que qu'il semble qu'il y ait là un réel besoin : dans les scènes imagées par télédétection, des échelles très variées coexistent non seulement selon l'« endroit » observé sur la scène, mais également selon l'application cible : par exemple, *a priori* les zones urbaines nécessitent une analyse plus fine résolution que leur environnement constitué de zones agricoles ou de forêts, pour lesquelles la résolution décimétrique paraît suffisante, sauf si on s'intéresse spécifiquement à ces zones (par exemple pour des applications en agriculture de précision, ou en suivi des coupes et éclaircies pour l'estimation de la récolte sylvicole...). Ainsi, ici, on propose de faire une analyse multi-résolution pour détecter sur une image les différentes échelles et en déduire, en fonction de l'application, les différents types de données permettant le suivi des différentes zones.

Par ailleurs, dans le cas de cibles HR (à étudier avec des données haute résolution), l'étude de l'évolution du signal aux différentes échelles (par exemple au travers d'une approche de type pyramidale) permettra de définir des modèles pour la détection de changement sur des données moyenne ou basse résolution, notamment en cas d'apparition de telles cibles sur des zones pour lesquelles le suivi s'effectue *a priori* en moyenne ou basse résolution.

ASSIMILATION

Jusqu'à présent, dans de nombreux modèles physiques, l'assimilation des données de télédétection se heurtait au problème de leur résolution et de la signification physique des paramètres physiques inversés à ces résolutions. Une méthode souvent exploitée consistait alors à simuler la donnée satellite à la résolution des observations (décimétrique à kilométrique) pour différents jeux de paramètres physiques. Le problème rencontré était alors celui de la multiplicité des solutions (plusieurs jeux de paramètres simulant « bien » l'observation...).

Ainsi, l'amélioration des résolutions spatiales ouvre des perspectives nouvelles pour l'assimilation des données satellitaires dans les modèles physiques (hydrologie, productivité agricole, etc...). D'une part, les pixels mixtes, qui étaient hautement générateur de cas de solutions multiples, vont quasiment disparaître. D'autre part, selon l'application physique, des contraintes de régularité spatiale vont pouvoir être introduites (par exemple, en hydrologie, la corrélation des humidités est plus proche de l'échelle métrique que de celle de la parcelle).

La validation des modèles directs et inverses par comparaison avec des données *in situ* va être aussi grandement améliorée en termes de fiabilité. En effet, l'hétérogénéité des paramètres physiques déjà à l'échelle décimétrique rendait difficile la validation des modèles simulant les données satellite (modèles de transfert radiatif...) puisque d'une part la simulation était approximative, et ce d'autant plus que pour filtrer le bruit du capteur, le signal mesuré était généralement évalué à l'échelle de la parcelle. Grâce à la très haute résolution, les variations intra-parcellaire vont pouvoir être reproduites ouvrant la porte à l'amélioration des modèles précédents.

Remarque : Il est clair que les méthodes pour réaliser ces trois objectifs ne se limiteront pas à celles qui ont été citées. Celles-ci l'ont été pour bien montrer la faisabilité des objectifs à partir des savoir faire de la communauté scientifique

GROUPE DE TRAVAIL

Les équipes participantes et leur correspondant sont :

1. le laboratoire CETP de l'IPSL (S. Le Hégarat-Mascle)
2. le laboratoire LASMEA de Clermond-Ferrand (M. Dhome)
1. le CMLA de l'ENS Cachan (B. Rougé)
1. le département ITI de l'ENST Bretagne (G. Mercier)
3. l'IGN (M. Pierrot-Deseilligny)
4. le CEMAGREF (C. Puech)
5. M. Raffy
6. le laboratoire TTHR (G. Flouzat)
7. le BRGM (S.Hosford)
8. le laboratoire Géo-matériaux de l'Université de Marne-La-Vallée (P-L. Frison)
9. le CIRAD (P. Degenne)

DONNEES

Un ensemble représentatif des différents couverts : zones urbaines, zones rurales, couverts forestiers, etc., avec des données *in situ* et des données d'autres capteurs (SPOT, LANDSAT...)

ANALYSE DES DONNEES RSO HR BANDE X

CONTEXTE

Les images radar fournies depuis les années 90 par les satellites civils tels que ERS-1/2, JERS, Radarsat et depuis peu Envisat ont fait naître une large communauté « télédétection radar » qui comprend des « traiteurs d'images », des « thématiciens » et des « utilisateurs finaux ». Cette communauté s'est familiarisée avec les données satellite RSO d'une résolution décimétrique, principalement en bande C mono-polarisation. Ces données ont suscité un grand engouement pour leur potentiel applicatif dans des zones rarement couvertes par l'imagerie optique ou pour les spécificités de l'imagerie radar telles que la sensibilité à l'humidité ou l'interférométrie. Elles ont donné lieu à de nombreux développements méthodologiques qui sont cependant fortement conditionnés par les caractéristiques des systèmes existants (modèles de chatoiement, détecteurs liés aux dimensions et aux propriétés radiométriques des objets recherchés...).

L'avènement de la haute résolution (HR) spatiale en imagerie radar nécessite une profonde remise en question des « habitudes » acquises avec les données actuelles. Contrairement à l'imagerie optique où la photographie aérienne a permis le développement de compétences adaptées à la résolution métrique, les futures données radar du système d'observation ORFEO n'ont pas d'équivalent avec lequel la communauté civile ait pu se familiariser (elles existent, mais ne sont pas très diffusées). Les développements méthodologiques et les applications devront s'appuyer sur des caractéristiques jusqu'ici peu répandues, notamment :

- la résolution variable qui peut atteindre le mètre selon le mode d'acquisition,
- la réflectivité en bande X dans les différents modes et les différentes polarisations possibles,
- la répétitivité différente de celle des satellites ERS.

L'ensemble de ces paramètres doit être pris en compte au niveau des applications possibles et des méthodes à (re)développer pour exploiter ces données.

OBJECTIFS

Les travaux de l'axe « Analyse des données RSO HR bande X » et les compétences des équipes impliquées peuvent s'organiser autour des trois objectifs suivants :

PHYSIQUE DE LA MESURE

Le premier objectif est la caractérisation de la rétrodiffusion dans les différents modes d'acquisition (polarisation, incidence, résolution) pour différents types d'objets et d'occupation du sol. A défaut de construire une liste exhaustive des signatures radar dans les différents modes « Cosmo-SkyMed », ce travail pourra être amorcé sur les objets et les zones d'intérêt les plus courantes en géographie numérique : bâtiments, axes de communication, traits de côte, zones urbaines, humides, agricoles, forêts... Cette caractérisation portera en particulier sur les aspects statistiques du signal rétrodiffusé mono-image (modélisation du chatoiement, corrélation...) et multi-images (mesure de cohérence, stabilité et développabilité de la phase polarimétrique et interférométrique...). Elle nécessite une étroite collaboration entre les équipes orientées

méthodologie et les équipes plus « thématiques » qui apportent une connaissance précise des zones et des phénomènes géophysiques imagés.

Ces travaux constituent un objectif à court terme dont les résultats permettront d'une part d'identifier le potentiel des différentes données par rapport à des thématiques précises et d'autre part d'orienter les méthodes de traitement en fonction des caractéristiques des images sélectionnées.

Ces travaux seront faits en concertation avec ceux qui seront entrepris pour les études de physique de la mesure nécessaires à l'analyse des données 3D présentées dans les conclusions du groupe 3D, notamment en ce qui concerne les effets angulaires.

De plus, s'il est possible de faire fonctionner la constellation COSMO-SKYMED en mode bi-statique, les études physiques de signaux bi-statiques constitueront un objectif de cet axe.

PRE-TRAITEMENTS DES DONNEES RSO HR

L'objectif suivant est le transfert et l'adaptation de méthodes développées pour l'imagerie RSO satellitaire actuelle. En fonction des caractéristiques recensées dans le premier objectif, un certain nombre de méthodes de traitement validées sur des données à 10 mètres de résolution devront être revisitées pour être performantes sur les données THR. Les traitements bas niveau tels que le filtrage ou la détection de contours devront en particulier prendre en compte l'apparition de bruit autre que celui lié à l'imagerie cohérente : la présence d'objets non recherchés dont la taille avoisine désormais celle du pixel alors qu'ils étaient jusqu'ici noyés dans l'ensemble des rétrodiffuseurs d'une cellule de résolution. En revanche l'augmentation significative (d'un facteur 100) du nombre de pixels appartenant aux objets recherchés devrait rendre beaucoup plus performantes les méthodes s'appuyant sur l'estimation de paramètres statistiques jusqu'ici difficilement applicable par manque de résolution. Les résultats attendus sont des améliorations des données telles que la radiométrie, la cohérence, la phase ou les produits dérivés pour une exploitation automatique.

Ces travaux constituent un objectif à court et moyen terme, auquel de nombreuses équipes détentrices de savoir-faire méthodologique en imagerie RSO pourront contribuer. L'apport d'équipes du domaine thématique et des utilisateurs finaux pourra également être significatif en matière d'évaluation de performance dans un contexte opérationnel.

METHODES D'ANALYSE

Le troisième objectif est le développement de méthodes dédiées aux données RSO HR spatiales du système ORFEO. Pour des applications civiles ou militaires, trois éléments poussent à la recherche de nouvelles techniques : d'une part la taille et la nature des objets devenus détectables (analyse du milieu urbain, détection du réseau routier secondaire, de canaux...), d'autre part le type d'approche susceptible d'être mise en œuvre (analyse de texture, analyse multi-échelle, reconnaissance de forme...) et enfin l'existence de données optiques et radar à des résolutions comparables de l'ordre du mètre. Parmi les directions de recherche qui apparaissent, on peut citer :

- l'extraction d'attributs (de caractéristiques) révélateurs des objets/phénomènes étudiés,
- l'exploitation de ces attributs par des méthodes de fusion ou de classification à différents niveaux (pixels, primitives, objets...),
- la coopération avec les données optiques.

Ces travaux en lien avec le développement de méthodes de l'axe « Du pixel à l'objet : modèle et analyse d'images statiques et dynamiques - indexation » constituent un objectif à moyen terme et devront être guidés par les applications et les besoins des utilisateurs finaux.

GROUPE DE TRAVAIL

Les équipes participantes et leur correspondant sont :

2. le laboratoire LISTIC de l'université de Savoie (E. Trouvé)
3. le département QTIS du CNES Toulouse (J-C. Souyris)
4. le département DTIM/TI de l'ONERA Châtillon (F. Janez)
5. le département TSI de l'ENST Paris (J-M. Nicolas)
6. le projet ARIANA, CNRS/INRIA/UNSA (X. Descombes)
7. le laboratoire Géo-matériaux de l'Université de Marne-La-Vallée (J-P. Rudant)
8. le BRGM (N. Baghdadi)
9. la division ETNA du CEMAGREF Grenoble (M. Gay)
10. le laboratoire Sciences de la Terre de l'ENS-Lyon et l'UCBL (C. Delacourt)
11. le département ITI de l'ENST Bretagne (R. Garelo)
12. le groupe Signaux Multidimensionnels de l'ENSPM (S. Derrode)

DONNEES

De façon générale, les données souhaitées doivent couvrir différents types d'occupation des sols (urbain, péri-urbain, agricole, forêts) et être le mieux renseignées possible : vérité terrain, carte et/ou BD IGN correspondante, MNT ou MNE pour l'urbain, description thématique...

Des demandes plus précises font référence aux sites suivants :

- la ville d'Amiens pour l'urbain en lien avec des données existantes (MNE, laser..., cf. IGN),
- la ville de Toulouse en référence à une campagne faite (cf. CNES),
- la région d'Argentière dans les Alpes pour le suivi des glaciers par interférométrie, en lien avec des données ERS, des photos aériennes et des mesures de terrain (cf. CEMAGREF Grenoble),
- des images HR en contextes montagneux végétalisés pour étudier les thématiques mouvements gravitaires (cf. ENS-Lyon),
- des zones-test en Guyanne française pour les applications en région tropicale humide (plusieurs couvertures ERS et d'anciennes photos aériennes disponibles, cf. UMLV).

DU PIXEL A L'OBJET : MODELES ET ANALYSE D'IMAGES STATIQUES OU DYNAMIQUES

CONTEXTE

PROBLEMATIQUE LIEE A LA HR

La haute résolution se distingue par :

- La notion d'objet qui devient prépondérante avec l'amélioration croissante de la résolution des images satellitaires disponibles, objets qui peuvent être caractérisés par leur forme et pas uniquement par leur radiométrie spectrale. Par exemple, une zone urbaine n'est plus décrite par une micro-texture spécifique mais par une collection d'objets (bâtiments, arbres,...). De même, le bruit ne peut plus être modélisé par une distribution au niveau pixelique (bruit de capteur) mais peut avoir une structure géométrique (véhicule sur une route, animaux dans un champs, ...).
- Par ailleurs, ce type de résolution induit l'apparition de nouvelles textures. L'échelle des textures suit bien entendu la résolution. La très haute résolution fait donc apparaître des macro-textures (sillons dans un champ, arbres dans un verger, ...). Plusieurs échelles de textures cohabitent.

EXEMPLES D'APPLICATIONS

Les exemples décrits ici concernent essentiellement les données optiques. Néanmoins une partie d'entre eux peuvent être déclinés à partir de l'imagerie radar. Les outils pour aborder ce type d'images sont le sujet de l'axe « Analyse des données RSO HR bande X ».

- *Etude de l'intra-urbain : classification, détection de changement.* A basse et moyenne résolution l'information concernant l'urbain se réduit essentiellement à une caractérisation binaire urbain / non-urbain. A haute et très haute résolution, on peut non seulement distinguer les différents types de tissus urbain, en fonction de la densité et du type de bâti, mais également les objets individuellement. Il est donc envisageable de mener des études sur l'évolution urbaine et notamment celle des mégapoles.
- *Extraction d'items cartographiques.* Une plus haute résolution va évidemment permettre d'enrichir les items cartographiques que l'on peut extraire des images. En outre la précision de leur description sera accrue.
- *Comptage et classification des arbres.* De nouvelles applications liées à l'étude de la biodiversité pourront également être envisagées. Comme pour l'urbain, les hautes et très hautes résolutions permettent de passer à une échelle individuelle sur les objets d'intérêt.

POINTS METHODOLOGIQUES

MODELISATION AU NIVEAU DU PIXEL

ou la prise en compte de la texture spécifique à la HR dans les algorithmes de classification/segmentation. Les différentes classes ne peuvent plus être modélisées par des distributions unimodales. On ne peut plus se contenter d'estimer les différentes composantes unimodales dans un mélange de distributions. Un thème émergent par l'arrivée de données haute et très haute résolution concerne donc l'estimation de mélanges de distributions multimodales. Pour associer différents modes de l'histogramme à une même distribution (ou même classe), des hypothèses contextuelles ou sur les matrices de type cooccurrence sont à envisager. Cette thématique représente une extension d'outils déjà bien maîtrisés par la communauté et devrait donc s'inscrire dans le court terme.

MODELISATION AU NIVEAU DE L'OBJET

ou la prise en compte de la géométrie et des relations inter-objets. Il s'agit d'intégrer des informations *a priori* sur la géométrie des objets recherchés. Les différentes approches utilisées en analyse d'image (approches stochastiques, approches variationnelles, morphologie mathématique, ...) peuvent être déclinées avec cet objectif. Cet aspect est sans doute le plus novateur et le plus spécifique aux hautes et très hautes résolutions. Il s'agit de reprendre des approches très générales et de les étendre. Les variables traitées ne sont plus les pixels mais des objets, c'est à dire des ensembles connexes de pixels ayant une structure géométrique forte. Cela va donc requérir la définition de nouveaux espaces de représentation, ainsi que le développement de nouveaux modèles sur ces espaces et de l'algorithmie nécessaire à la manipulation de ces modèles (estimation, optimisation).

FUSION

La multiplicité des capteurs (optiques et radar) pose le problème de la fusion des informations. La communauté a également une certaine expérience de cette thématique. Là encore, les hautes résolutions nécessitent la prise en compte d'informations géométriques dans les approches développées.

Un autre point à aborder concerne les analyses multi-échelle dans le cas où des données à plus basse résolution, sont également accessibles. Le lien devra alors être fait avec l'axe « Problèmes liés au multi-échelle et couplage avec des données exogènes ».

ASPECTS DYNAMIQUES

Les trois points méthodologiques qui viennent d'être exposés pour une image doivent s'entendre aussi bien de l'analyse inter image. Ceci permettra une analyse dynamique, tant au niveau de la modification des objets, que de la disparition ou l'addition d'objets

GROUPE DE TRAVAIL

Les équipes participantes et leur correspondant sont :

1. le projet ARIANA, CNRS/INRIA/UNSA (X. Descombes)
2. le laboratoire LISTIC de l'université de Savoie (E. Trouvé)
3. le CEMAGREF (M. Deshayes)

23/07/04

ORFEO : GROUPE 2D

4. le département QTIS du CNES Toulouse (J. Inglada, H. Jeanjean)
5. le département DTIM/TI de l'ONERA Châtillon (F. Janez)
6. le CIRAD (C. Lelong)

DONNEES

Un ensemble représentatif des différents couverts : zones urbaines, zones rurales, couverts forestiers...

DE L'OBJET A LA SCENE : MODELES ET ANALYSE D'IMAGES STATIQUES OU DYNAMIQUES - INDEXATION

CONTEXTE

Pour certaines applications, il est utile de se placer plutôt au niveau de la « scène », au sens de l'organisation de objets à l'intérieur d'une image. Par exemple, on peut rechercher dans une base de données des scènes caractéristiques de paysages agricoles, ou contenant un aéroport, etc. Il peut également s'agir d'étudier l'évolution des objets à travers une scène (évolution temporelle, ou évolution spatiale).

L'axe précédent, « Du pixel à l'objet : modèles et analyse d'images statiques ou dynamiques », aura notamment permis d'associer des groupes de pixels en objets connus *a priori*. Dans cet axe, on s'intéresse :

- d'une part aux relations de ces objets qui soient déterminées par le type de scène,
- d'autre part à la recherche automatique d'objets (formes géométriques) à l'intérieur de scènes en vue de leur interprétation.

OBJECTIFS

L'objectif général est d'arriver à proposer des outils d'aide à l'interprétation d'images ORFEO (HR optique et radar) avec une prise en compte des relations entre les objets présents dans la scène. En particulier, des outils pour l'indexation d'images par leur contenu seront proposés.

MODELISATION DE SCENES

Elaborer des modèles de scène qui soient représentatifs des domaines applicatifs identifiés lors du séminaire utilisateurs ORFEO du 1^{er} avril 2003. Un modèle de scène comprend une nomenclature d'objets d'intérêt et une syntaxe / grammaire décrivant les relations spatiales entre les objets. Des notions d'objet composé, généralisation (en fonction des échelles d'analyse), etc. doivent être introduites. Ces travaux seront à mener à court terme.

ANALYSE D'IMAGES ET DE SCENES

La méthode d'analyse d'image proposée s'appuie sur le principe d'Helmholtz selon lequel les événements significatifs sont improbables. Cette théorie de la significativité permet d'associer un nombre de fausses alarmes (NFA) à chaque événement géométrique (segment, bord, transition, objet fermé, etc.) observé dans une image. Dès qu'un événement possède un NFA plus petit que 1, l'événement peut être considéré comme significatif et il l'est d'autant plus que le NFA est petit. Cette méthode permet d'extraire automatiquement les formes géométriques contenues dans une image.

Les applications de cette méthode sont alors multiples et non limitées à des cas particuliers. Elle permet l'extraction automatique des objets géométriques sans être sensible aux changements de contraste, à l'affinité entre images à comparer et peut résoudre le difficile problème des occlusions. De plus, l'organisation en arbre de l'image à partir de l'extraction de partie significatives de courbes de niveau est possible.

La souplesse théorique de la significativité a déjà permis de rechercher les invariants temporels et spectraux dans les images SPOT et de détecter automatiquement, à partir des deux images encadrant la catastrophe AZF, le lieu de l'explosion.

L'extraction automatique d'objets peut s'appliquer à la recherche automatique d'objets pour permettre l'indexation automatique d'images sous forme d'arbres hiérarchiques. La recherche d'objets dans des bases indexées peut être alors réalisée rapidement par comparaison entre parties d'arbres hiérarchiques ainsi que l'interrogation de bases de données images par leur contenu objet. Ceci ouvre la possibilité de son implantation sur le WEB

Outre l'approche présentée précédemment, des approches plus classiques telles que des approches d'indexation par le contenu s'inspirant notamment de ce qui est fait dans d'autres domaines (MPEG-7, par exemple) seront également étudiées.

Enfin, on souligne les perspectives qu'ouvre l'extraction automatique d'objets pour l'étude de l'aspect dynamique des scènes (détection des changements) à partir de thématiques de haut niveau (bâti, réseaux, etc.) extraites.

EVALUATION DES OUTILS

A partir de la modélisation établie précédemment et des avancées obtenues par les équipes travaillant sur les méthodes de reconnaissance d'objets, il faudra mettre en œuvre les outils d'aide à l'interprétation. Il paraît très utile, du fait que l'on traite des informations de haut niveau, de mettre en œuvre des indicateurs de fiabilité (degré de confiance, probabilité) des informations extraites. Les outils et les produits seront définis en collaboration avec les communautés utilisatrices. Ces derniers travaux se placent dans une perspective à moyen terme (5 ans).

GROUPE DE TRAVAIL

Les équipes participantes et leur correspondant sont :

1. le département QTIS du CNES Toulouse (J. Inglada)
2. le CMLA de l'ENS Cachan (B. Rougé)
3. l'IGN (F. Jung)
4. l'IRIT (P. Dalle)
5. le laboratoire TTHR (G. Flouzat)
6. BRGM (S. Hosford)
7. le CIRAD (A. Bégué)

DONNEES

Afin d'atteindre les objectifs listés ci-dessus, des données représentatives des résolutions disponibles dans le système ORFEO seront nécessaires (simulations à partir de campagnes aériennes ou des images satellite de type Quickbird, par exemple).