



Institut
Mines-Telecom



TII - Traitement et Interprétation des Images

Isabelle Bloch

Département TSI



Description de l'équipe

Personnes :

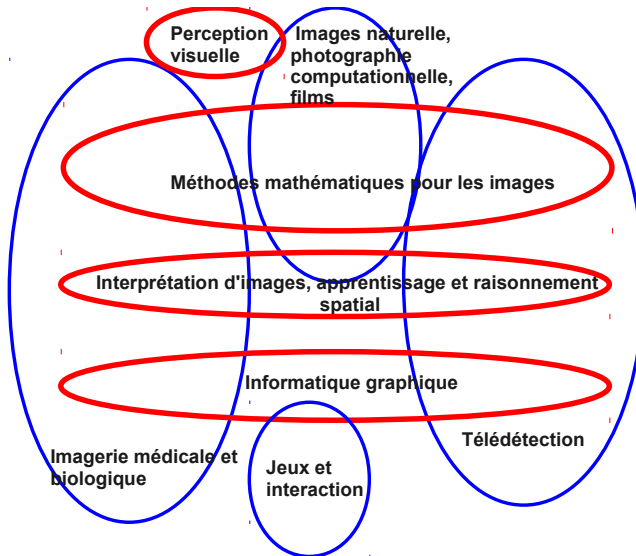
- ▶ 14 chercheurs et enseignants-chercheurs permanents (17 pendant la période)
- ▶ 1 professeur émérite, 2 chercheurs associés
- ▶ 30-35 doctorants
- ▶ 5-8 chercheurs post-doctorants et ingénieurs de recherche
- ▶ 1-2 sabbatiques

Positionnement :

Modéliser, analyser, transformer, représenter, interpréter, synthétiser des images, volumes et objets numériques.

⇒ modèles, applications (+ apprentissage)

Domaines de recherche



Méthodologie

- ▶ Des images originales à leur interprétation...
- ▶ Liens étroits entre théorie, méthodes, algorithmes et applications.
- ▶ Au carrefour des mathématiques appliquées, de l'informatique et de l'intelligence artificielle, et de l'ingénierie $\Rightarrow$ rôle central dans le domaine du traitement de l'information.
- ▶ Nombreuses interfaces (physique, mathématiques, informatique, signal, sciences bio-médicales, environnement...).
- ▶ Fortes bases méthodologiques même dans les projets appliqués.
- ▶ Nombreuses collaborations nationales and internationales.

Site web : <http://perso.telecom-paristech.fr/~bloch/tii/>

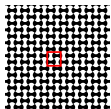
Quelques résultats et démos : [http:](http://perso.telecom-paristech.fr/~bloch/tii/demos.html)

[//perso.telecom-paristech.fr/~bloch/tii/demos.html](http://perso.telecom-paristech.fr/~bloch/tii/demos.html)

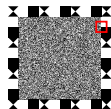
Méthodes mathématiques pour l'image

- ▶ Modélisation mathématique des textures et des images naturelles :
 - ▶ modèles stochastiques (gaussien, germe-grain, parcimonieux),
 - ▶ synthèse de texture, *inpainting* d'images et de vidéos,
 - ▶ analyse et reconnaissance de textures.
- ▶ Applications du transport optimal (comparaison d'images, transfert de caractéristiques).
- ▶ Modélisation mathématique de la capture et restauration d'images : échantillonnage aléatoire, points aberrants, représentations parcimonieuses, optimisation convexe et non-différentiable.
- ▶ Méthodes statistiques pour la comparaison d'images invariantes et robustes.
- ▶ Et aussi : méthodes a contrario, champs de Markov et coupure de graphes, suivi (filtre particulière avec relations spatiales, multi-objets, multi-images, laboratoire commun ISA avec Morpho), morphologie mathématique (en lien avec le thème suivant).

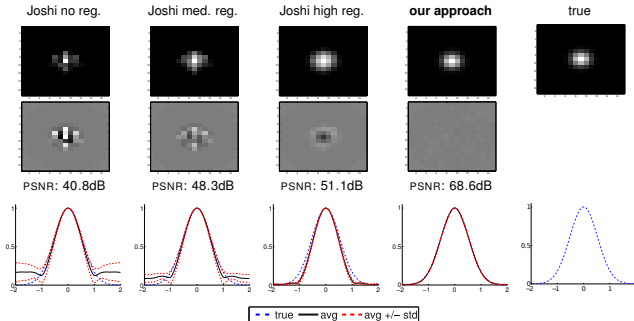
Estimation de PSF sous-pixellique



Mire classique
[Joshi et al. 2008]



Mire quasi-optimale
proposée
[Delbracio et al. 2012]



Inpainting vidéo

Vidéo initiale - Résultat



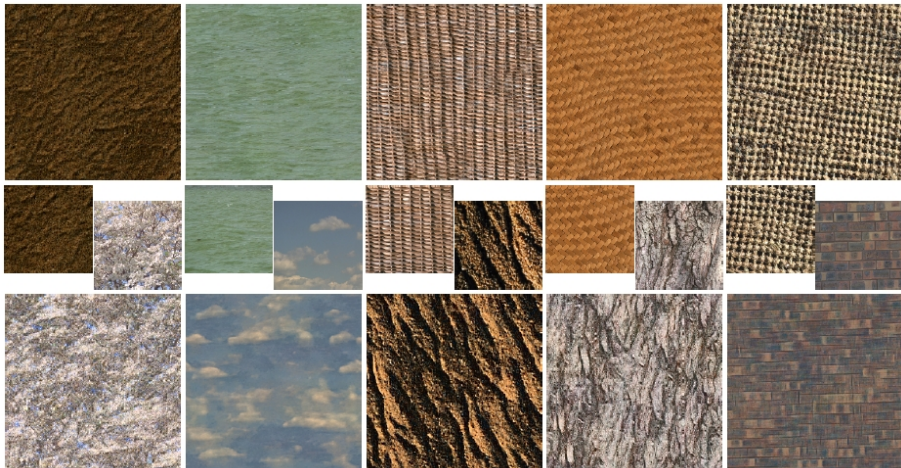
£2,000 Prize

Best Student Paper

Congratulations go to Alasdair Newson, Matthieu Fradet, Patrick Perez, Andres Almansa & Yann Gousseau for their paper 'Towards fast, generic video inpainting' which won the Google Best Student paper prize

<http://www.cvmp-conference.org>

Synthèse de textures



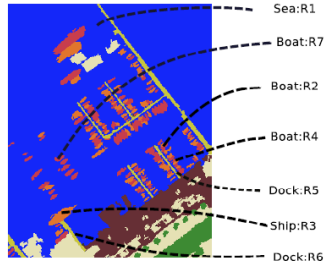
Interprétation d'images, apprentissage et raisonnement spatial



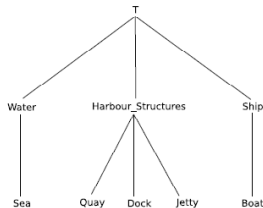
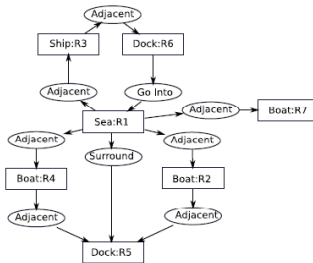
- ▶ Modélisation de relations spatiales (morphologie mathématique et ensembles flous).
- ▶ Ontologies, graphes et graphes conceptuels pour le raisonnement spatial et l'interprétation d'images, morpho-logique.
- ▶ Intégration dans des modèles et des méthodes de segmentation et de reconnaissance de structures.
- ▶ Apprentissage, classification, annotation et recherche dans des grandes bases de données d'images (première place à ImageCLEF 2013 - modèles dépendant du contexte).
- ▶ Et aussi : segmentation séquentielle, CSP, mise en correspondance inexacte de graphes, conflit et fonctions de croyance, ontologies pour l'annotation, noyaux de graphes, perception de la couleur, indexation et recherche dans des bases d'empreintes (ISA).



(a) Example image.

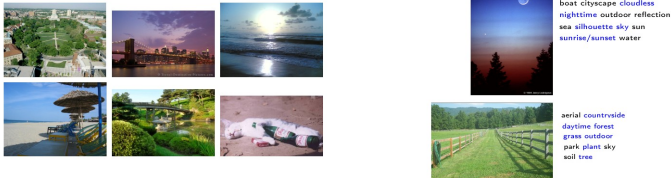


(b) Labeled image: The blue regions represent the sea, the red and orange represent ships or boats and the yellow regions represent the docks.

(c) Concept hierarchy T_C in the context of harbors.

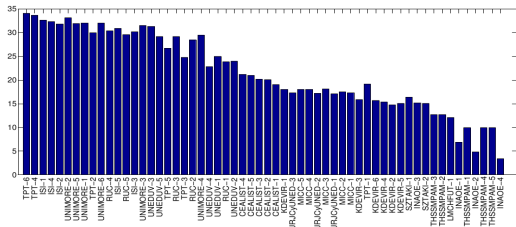
(d) Conceptual graph representing the spatial organization of some elements of Figure 5.8(b).

ImageCLEF 2013: Scalable Concept Image Annotation



58 runs, 13 participants:

- TPT: CNRS - Telecom ParisTech, France.
- ISI: Tokyo U., Japan.
- UNIMORE: U. of Modena, Italy.
- RUC: Renmin U. of China.
- UNEDUV: National U. of Distance Education at Spain.
- CEALIST: CEA, France.
- KDEVIR: Toyohashi U. of Technology, Japan.
- URJCYNED: King Juan Carlos U., Spain.
- MICC: Florence U. in Italy.
- SZTAKI: Hungarian Academy of Sciences.
- INAOE: National Institute of Astrophysics, Optics and Electronics in Mexico.
- THSSMPAM: Tsinghua U., Beijing, China.
- LMCHFUT: Hefei U. of Technology, China.



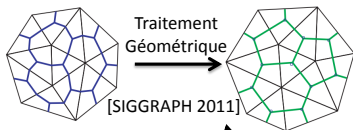


Informatique graphique

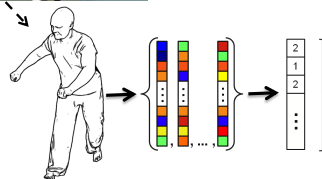
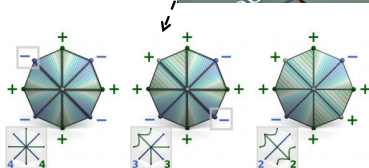


- ▶ Modélisation 3D :
 - ▶ triangulations et espaces duaux,
 - ▶ traitement rapide,
 - ▶ analyse géométrique et topologique.
- ▶ Synthèse d'images et visualisation :
 - ▶ visualisation de grandes simulations,
 - ▶ éclairage global rapide.
- ▶ Vision et imagerie :
 - ▶ moteurs de recherche visuelle,
 - ▶ édition interactive de panoramas.
- ▶ Fortes interactions avec les autres thèmes.

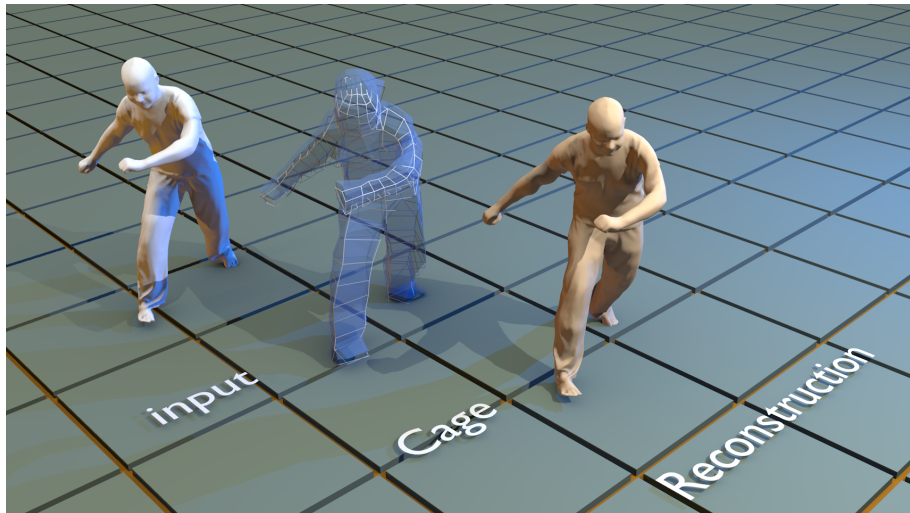
Géométrie



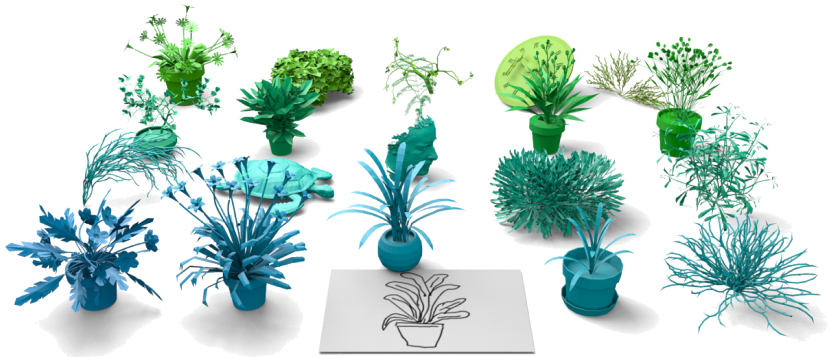
*Modélisation en
Informatique
Graphique*



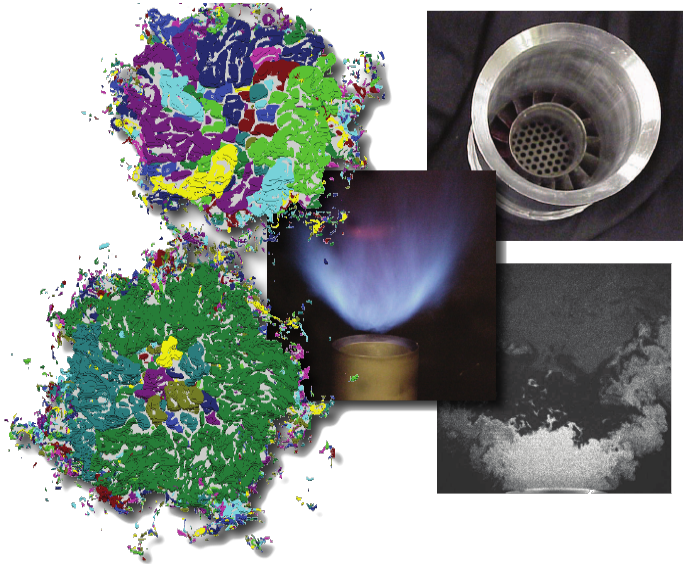
Analyse de formes animées par cages



Recherche visuelle 2D/3D

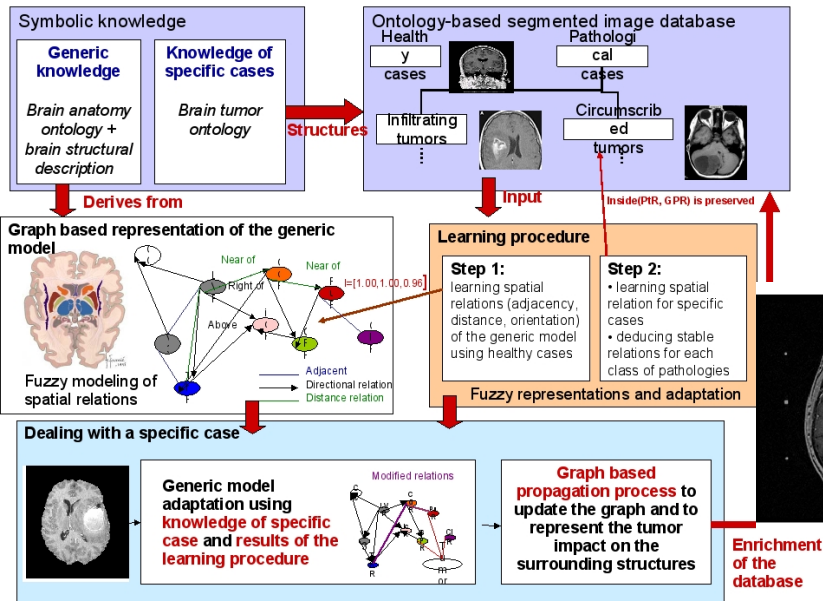


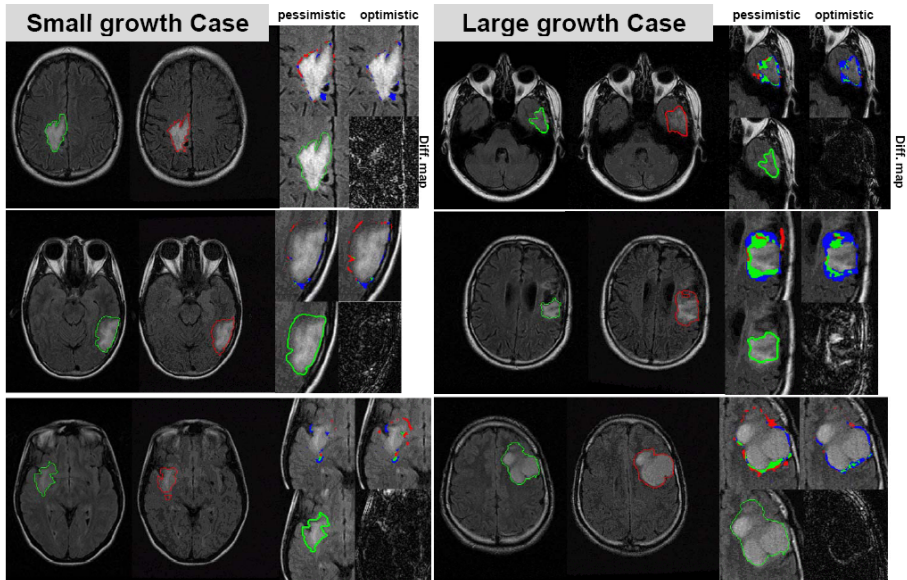
Analyse de simulations à grande échelle

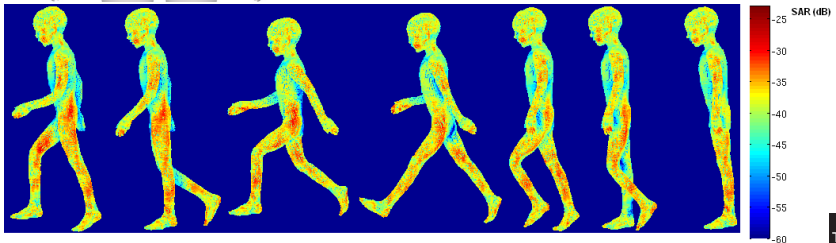
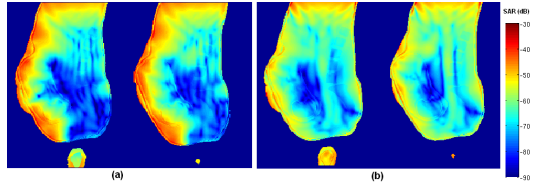
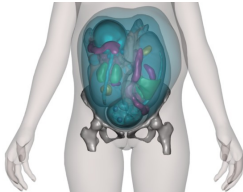
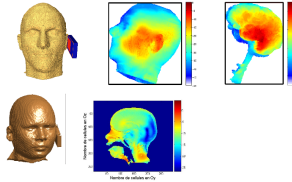


Imagerie médicale et biologique

- ▶ Modélisation d'informations anatomiques, en particulier structurelles (relations spatiales).
- ▶ Fusion avec des informations individuelles et spécificités des images.
- ▶ Segmentation et reconnaissance guidées par des modèles (structures anatomiques et pathologies).
- ▶ Suivi longitudinal (avec ou sans segmentation préliminaire).
- ▶ Modélisation réaliste du corps humain (dosimétrie, aide au diagnostic, accidentologie...).
- ▶ Interactions fortes avec les axes précédents.
- ▶ Chercheur associé : C. Adamsbaum (prof. Kremlin-Bicêtre, Paris Sud).
- ▶ Laboratoire commun avec Orange Labs : WHIST.
- ▶ Et aussi : mammographie (CAD, dose), imagerie de la rétine (AO, OCT), imagerie thoracique et abdominale en CT (+ TEP pour l'oncologie), imagerie vasculaire en CT, imagerie anténatale (US et IRM), élastographie, imagerie RX à très faible dose, imagerie biologique (suivi de particules 2D et 3D, représentations parcimonieuses), démarrage d'un thème sur les interfaces cerveau machine → équipe AAO.







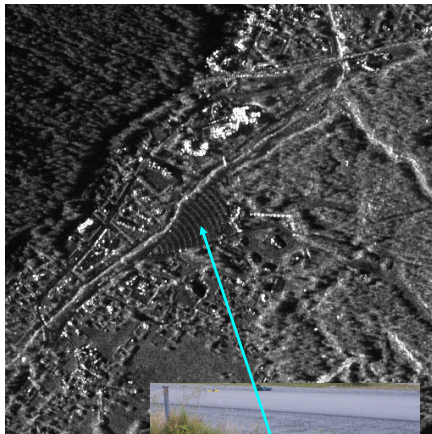
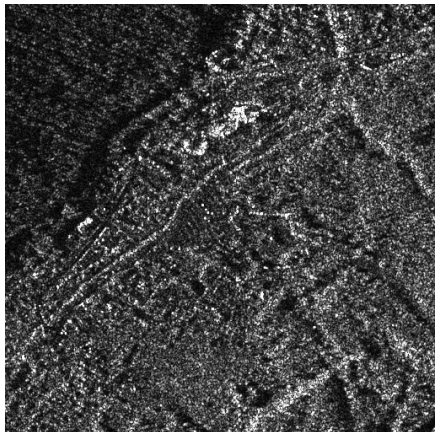
Téledétection



- ▶ Estimation des paramètres de l'imagerie radar (polarimétrique, interférométrique) par exemple pour le filtrage non local.
- ▶ Modélisation statistique des images radar avec la transformée de Meijer, application à la détection de changements.
- ▶ Analyse de séries multi-capteurs (fusion optique / radar) ou multi-temporelles. Modélisation statistique (nouveaux descripteurs SIFT en SAR), application à la détection de changements.
- ▶ Projet SWOT (NASA / CNES) - deux professeurs experts en traitement d'images pour l'extraction des réseaux hydrographiques dans la *Science Definition Team*.
- ▶ Laboratoire commun LTCI-CNES-DLR : COC (06/05 - 06/10).
- ▶ Et aussi : génération de modèles 3D, stéréovision, détection et suppression d'artéfacts dans des données *soil moisture and ocean salinity*, visualisation et navigation, extraction d'informations et classification pour les catastrophes naturelles.

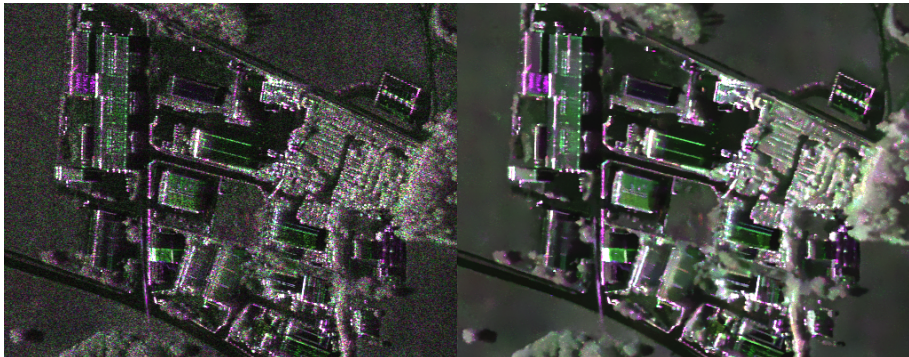
Piles temporelles RSO

1 km



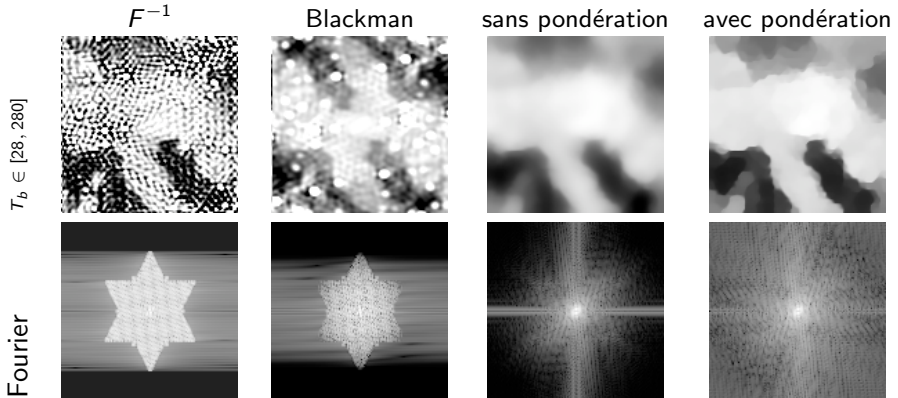
Recalage subpixelique + moyenne géométrique :
mise en évidence de détails fins sur parking
Images Terrasar-X

Filtrage d'images polarimétriques



Prix de thèse de Charles Deledalle

Séparation d'outliers sur les images SMOS : optimisation TV-L1-L2





Fiabilité en stéréoscopie fine

Principales collaborations

Nombreux contrats (industriels, ANR, Européen, FUI...) et collaborations :

Académiques

- ▶ MAP5, LIP6, ISIR, LRI, ECP/MAS, CMLA, CEREMADE, Ponts ParisTech, GREYC, ICJ, LJK, IEF, ISEP, Bordeaux, Saint-Etienne, Annecy, UPEMLV, INRIA.
- ▶ Universités au Brésil (USP), en Chine (Wuhan, Shanghai), en Italie (Naples), en Uruguay (Uni. Republica), en Argentine (UBA), au Venezuela (Los Andes), en Allemagne (Dresden, Berlin), en Israël (Technion), en Australie (CSIRO), aux USA (Columbia, Caltech).
- ▶ CNES, CESBIO, ONERA, CEA, IGN, DLR, Institut Pasteur.

CHU

- ▶ Cochin, Saint-Vincent de Paul, Kremlin-Bicêtre, Robert Debré.
- ▶ XV-XX.
- ▶ Lariboisière.

Industrielles

- ▶ DxO, Technicolor, Morpho, Schlumberger.
- ▶ Mondeca.
- ▶ PSA, EDF, Disney.
- ▶ Siemens, Philips, General Electric, EOS Imaging, Dosisoft, Echosens Orange.

Laboratoires communs et chaires

- ▶ COC (DLR, CNES)
- ▶ WHIST (Orange Labs)
- ▶ ISA (Morpho)
- ▶ Chaire des Imaginaires (Ubisoft, Dassault, PSA, Orange)

Production

	2008	2009	2010	2011	2012	2013 (partiel)
Articles dans des revues	20	29	42	48	34	26
Articles de conférences	70	67	72	45	41	44
Livres et chapitres	11	4	13	7	3	3
HDR		1		3	1	
Thèses soutenues	10	13	16	14	8	7

- ▶ Deux brevets.
- ▶ Logiciels : Contributions à ITK/OTB, 3DSlicer, Magnicos, IPOL (+ démos)... Transfert (industriels, hôpitaux).
- ▶ Distribution de modèles numériques du corps humain.
- ▶ Plateformes : Plato, Knowledge-centered Earth Observation.
- ▶ Attractivité : thèses, post-docs, chercheurs invités, candidats CNRS...
- ▶ Distinctions (plusieurs prix), organisation de conférences, éditeurs associés, conférences invitées, comité national du CNRS, CE INRIA,

Exemples de transfert







Fetal and Mother Numerical Models (FEMONUM)

[Home](#) - [Publications](#) - [Download Page](#) - [About Us](#) - [FEMONUM Community](#) - [Contact](#)

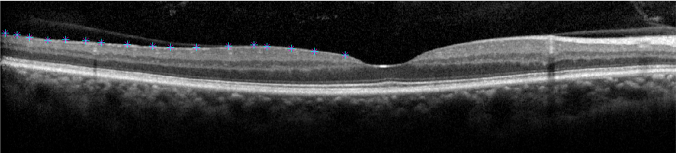


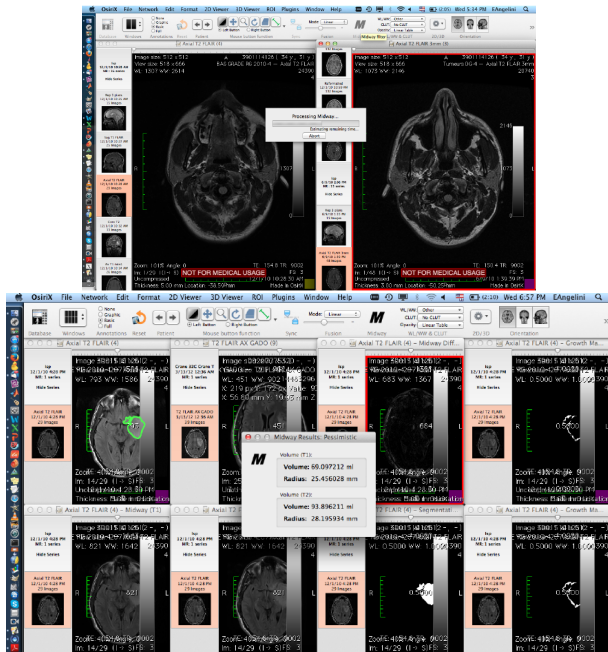
The models distributed in this project are licensed under a [Creative Commons Attribution-Noncommercial-Share Alike 2.0 France License](#).

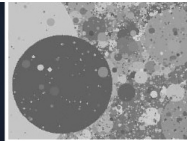
...Telecom ParisTech & ISEP & FOVEA... Manual Segmentation (c) trebeddine GHORBEL

veuillez entrer SVP la ligne ILM

- ☐ LM
- ☐ RNFL*G
- ☐ RNFL*D
- ☐ PL-NL*G
- ☐ NL-OPL*G
- ☐ PL-NL*D
- ☐ NL-OPL*D
- ☐ OPL-ONL
- ☐ MLE
- ☐ IS-OS
- ☐ OS-RPE
- ☐ RPE
- ☐ Fovea
- ☐ choro







A detail of a target made of a dead leaves pattern, designed to measure Texture Acutance. It is obtained by drawing random shapes that occlude each other in the plane, like dead leaves falling from a tree. The statistics of this model follow the distribution of the same statistics in natural images.



In this example from a DSLR without edge enhancement, sharpness seems equal on edge and on texture. Many details are visible in the texture.

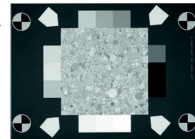


In this second example edges have been digitally enhanced, and the edge looks over-sharp, with visible processing halos ("ringing"). On the texture part, many details have disappeared.

Comment le bruit vient éclaircir une image et diminuer sa netteté.



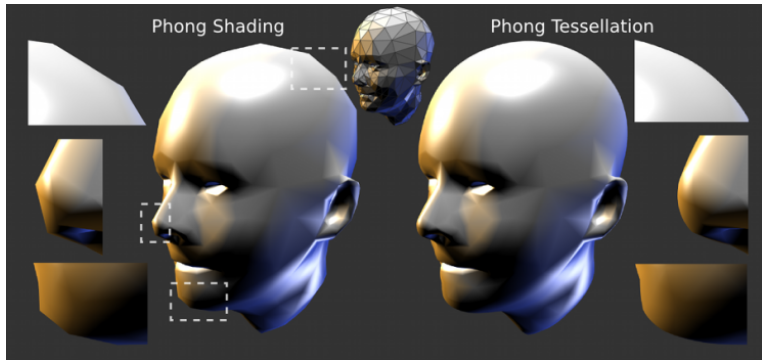
Nouvelle mire d'analyse des textures.



Nous mesurons le niveau de bruit de fond (en dB) en position « réduction de bruit standard » de 400 Iso à la sensibilité maximale. Plus le chiffre de l'axe en dB est faible (10 dB par exemple) plus le bruit est perceptible. Malheureusement, cette réduction du bruit est souvent associée à la perte de détails dans les textures, nous analysons dorénavant la préservation des textures sur des zones peu contrastées de l'image.

Tout défaut de lissage ou de suraccentuation est automatiquement détecté. Ce nouveau test (DxO) associe une mire à faibles contrastes appelée « feuilles mortes » et un logiciel d'analyse spécifique. Un produit idéal propose un niveau de bruit faible et un niveau de texture élevé.

DxO - Fnac



Moteurs 3D professionnels Unreal Engine, Cry Engine et Unity, jeux récents (Deus Ex, Splinter Cell, Metro 2033...), benchmark 3DMark.

Enseignement

- ▶ En moyenne charge supérieure à un service standard.
- ▶ 1A : responsabilité du cours de traitement du signal, formation pour les apprentis, projets de groupe.
- ▶ Cycle master (2A et 3A) : responsabilité des parcours (spécialités) Image, et Interfaces homme-machine, Web et informatique graphique 3D.
- ▶ Projets, stages, en lien avec les projets de recherche.
- ▶ Ecoles associées, et autres formations.
- ▶ Masters cohabilités (responsabilité et participation) : IMA, MVA, BME, SIG... ⇒ recrutement de doctorants.
- ▶ Contacts industriels (la plupart de ceux qui recrutent dans nos domaines).
- ▶ Perspectives UPSa : nouvelle structure des masters à Palaiseau-Saclay.

Projet

Trois axes

- Modèles pour les images et le 3D – exploration des champs émergents.
- Large spectre d'applications : biomédical, télédétection, photographie numérique, infographie – et leurs évolutions.
- Indexation, apprentissage et reconnaissance des formes pour les images et les volumes numériques – nouveau positionnement.

Leviers

- ▶ Recrutement d'un ou deux chercheurs ou enseignants-chercheurs.
- ▶ Animation de l'équipe (séminaires, accompagnement, sabbatiques).

Exemples de pistes de recherche (1)

Photographie numérique et computationnelle

- ▶ Restauration multi-images
 - ▶ Applications : débruitage, augmentation de résolution, grande gamme dynamique. ●
 - ▶ Défis : variabilité des conditions d'acquisition, recalage, objets en mouvement, contraintes computationnelles.
 - ▶ Outils : patches, statistiques, approches variationnelles, méthodes parcimonieuses. ●
- ▶ Co-conception et restauration optique-capteurs ●●
 - ▶ Haute gamme dynamique, sur-résolution, détramage.
 - ▶ Caméra plénoptique.
 - ▶ Optimisation compression/restauration embarquée/hors-ligne.
 - ▶ Reconstruction hyperspectrale/3D simultanée par interférométrie.

- ▶ Restauration des images et statistiques des images naturelles
 - ▶ Objectifs : préservation des détails et des textures.
 - ▶ Difficultés : pas de mesure objective (pour e.g. une approche variationnelle) alternative au PSNR.
 - ▶ Outils : statistiques des images naturelles, modèles de texture. ●

Partenaires industriels (DxO, Technicolor, CNES, ONERA). ●

Exemples de pistes de recherche (2)

Méthodes par patches et dictionnaires

- ▶ Mesures de similarité : modélisation aléatoire et invariances (radiométrique, géométrique). ●
- ▶ Prise en compte spécifique des capteurs : point aberrants, bruit non-gaussien, saturation, flou & aliasing, interférométrie, changement de scène. ●
- ▶ Multi-échelles : au-delà de la pyramide gaussienne. ●
- ▶ Apprentissage de dictionnaires multi-échelles et/ou stationnaires. ● ●

Domaines d'application : photographie numérique, télédétection, imagerie médicale. ●

Partenaires industriels (CNES, ONERA, DxO, Technicolor, EOS Imaging). ●

Exemples de pistes de recherche (3)

Informatique graphique

- ▶ Rendre l'informatique graphique 3D 1000 fois plus rapide (géométrie instantanée) : algorithmique temps-réel, simplification/maillage/subdivision en $O(n)$. ●●
- ▶ Ne plus jamais synthétiser deux fois le même pixel (rendu factorisé) : apprentissage, caches intelligents, convergence rendu basé physique / basé image. ●●
- ▶ Analyse de formes pour le contrôle de haut niveau : structures spatiales progressives, calcul pour le contrôle. ●●
- ▶ Analyse et visualisation d'ensembles : nouvelles techniques pour l'analyse interactive d'ensembles de simulations. ●●
- ▶ Outils géométriques pour l'optimisation de maillages : métriques discrètes et comparaison pour triangulations et complexes duaux. ●
- ▶ Reconstruction en dimensions supérieures, applications en imagerie médicale. ●●

Exemples de pistes de recherche (4)

Raisonnement spatial pour l'interprétation d'images

- ▶ Logiques, ontologies, hypergraphes et treillis de concepts. Cadre algébrique de la morphologie mathématique. $\Rightarrow$ Modélisation de connaissances et d'informations imparfaites, distances, raisonnement dans ces structures. ●
- ▶ Modélisation d'informations bipolaires (positives / négatives) et raisonnement. ●
- ▶ Interprétation d'images comme un processus d'abduction, de révision (changement de contexte, séquences), de fusion (connaissances génériques + données spécifiques dans l'image). ●
- ▶ Nouvelles applications en imagerie médicale : modèles imparfaits ou partiels (nouveaux-nés et très petits enfants, avec le CHU Kremlin-Bicêtre), écart au modèle (pathologies, suivi longitudinal).



Exemple de pistes de recherche (5)

Imagerie radar

- ▶ Modélisation :
 - ▶ approches par dictionnaires, ● ●
 - ▶ spectre complexe des signaux radar. ●
- ▶ Applications : ●
 - ▶ exploitation multi-images (multi-capteurs, multi-dates),
 - ▶ milieu naturel (les rivières, les glaciers),
 - ▶ milieu urbain (caractérisation, évolution).