



Défi interdisciplinaire - Appels à projets 2015

Imag'In

Les enjeux

L'imagerie ou plutôt les imageries sont les méthodes d'acquisition, d'analyse et de représentation de scènes réelles sous forme de signaux 2D (images), 2D + t (série temporelle d'images), 3D (volume, par exemple IRM) et 3D + t (séquence d'images volumiques), multi- et hyper-spectrales (d'une dizaine de fréquences à quelques centaines par point imagé voire plusieurs milliers pour les plus récents spectro-imageurs astronomiques). Il existe, bien sûr, d'autres méthodes fort nombreuses pour explorer la matière : l'imagerie THz, l'imagerie neutronique ou l'imagerie fondée sur la diffraction X, en sont des exemples. Ces méthodes sont très largement utilisées dans de très nombreux domaines, par exemple en biologie, médecine et anthropologie physique, en sciences de la Terre et de l'Univers, en géographie, en archéologie, en physique, en chimie, en contrôle industriel, pour ne citer que quelques domaines. Fréquemment, ces méthodes impliquent un utilisateur humain dont le système visuel est un maillon de la chaîne de traitement ou de transmission de l'information, et dont il faut tenir compte. On parle alors d'approches supervisées. Devant la diversité des domaines concernés, la complexité grandissante des méthodes à mettre en œuvre, l'hétérogénéité croissante des données et l'exigence constante de performances, les besoins nouveaux en principes et technologies de visualisation, des méthodes nouvelles et efficaces doivent être conçues et développées en étroite collaboration entre des spécialistes de traitement de l'information, des spécialistes des capteurs et des systèmes d'imagerie complexes, et des experts du domaine d'application.

Les verrous

Les besoins exprimés dans les différents domaines applicatifs engendrent souvent des questions très difficiles d'un point de vue méthodologique. Par ailleurs, les progrès de la technologie proposent des dispositifs de capture à très haute résolution et à grande cadence d'acquisition, souvent obtenus par mélange intime entre matériel et logiciel. Enfin, de nouveaux capteurs d'images sont de plus en plus disponibles simultanément et une tendance est d'observer un même objet à l'aide de plusieurs senseurs de types différents, donnant accès à des observations hétérogènes, en particulier à des caractéristiques et des échelles différentes.

- **Imagerie MULTI**

Le caractère "MULTI" de l'imagerie apparaît au travers de la multi-dimensionnalité des données, de leur multi-modalité, et de leur caractère multi-temporel. Il ouvre certes des perspectives intéressantes mais demande aussi de résoudre plusieurs défis méthodologiques :

- L'imagerie **multimodale** (plusieurs capteurs) nécessite la fusion d'information, avec des applications dans de très nombreux domaines, mais dont les méthodes sont encore très *ad hoc* et pour lesquelles il manque un cadre structurant plus général. En astronomie, la définition de descripteurs de données a permis l'émergence des méthodes de type Observatoire Virtuel par exemple.
- Les imageries **multi-** et **hyper-**spectrales demandent évidemment une modélisation fine de la physique de spectromètres. Mais chaque application, en sciences de l'univers, en environnement, ou en dermatologie, par exemple, requiert de prendre en compte la spécificité des objets illuminés : les modèles de réflexion et diffusion de la lumière ne sont pas les mêmes sur le sol ou sur un tissu biologique.

- L'imagerie **multi**-temporelle pour l'analyse de systèmes et processus (détection et classification de changements, suivi adaptatif, apport de la diversité temporelle pour la séparation de sources).

- **Big Images**

Cette foison de données et de mesures entraîne aussi d'autres questions difficiles liées aux problématiques du Big Data, avec autant de défis méthodologiques et technologiques.

Des éléments de solution pourraient être fondés sur :

- L'approfondissement de modèles géométriques 3D et 4D, des modèles à base de graphes, l'optimisation et l'apprentissage de tels modèles ;
- L'étude de méthodes statistiques avancées basées sur l'inférence bayésienne pour la détection de signature d'objet d'intérêt rares, de nature ponctuelle ou étendue, spatialement et spectralement résolus ;
- La généralisation du principe de l'acquisition compressée (compressive sensing) à l'acquisition rapide d'images à hautes résolutions spatiale et temporelle, par exemple en imagerie multi- et hyper-spectrale ou en imagerie cérébrale (IRM, TEP, etc.) ;
- La conception de nouveaux et de meilleurs imageurs à partir d'une conception conjointe (co-conception) capteurs/circuits d'acquisition/algorithmes de traitement, afin de proposer des imageurs à très hautes résolutions spatiale et temporelle ;
- La co-conception d'algorithme/processeur permettant des traitements rapides, malgré le fait que les mémoires et les processeurs cassent la structure naturellement 2D, 3D, etc. des images ;
- La mise en œuvre de dispositifs capables de traiter des masses d'images en temps réel (ou quasi temps réel) est aussi indispensable dans certains domaines comme l'imagerie médicale pour l'aide opératoire ou l'aide à la photo-interprétation en télédétection ;
- La propriété des données et leur sécurité (par exemple le dossier médical), la certification des algorithmes de traitements d'image (par exemple les programmes de reconnaissance appliqués aux caméras de surveillance) ;
- L'obtention de méthodes encore plus efficaces d'indexation et de fouille d'images et vidéos par le contenu dans de très grandes bases de données (comme le web par exemple), et de méthodes de reconnaissance.

Enfin, dans de nombreux cas, le système visuel de l'utilisateur fait partie de la chaîne de traitement. Il est donc indispensable de considérer les propriétés de la vision humaine et de lui permettre une visualisation adaptée ainsi qu'une navigation simplifiée dans ces données. Par ailleurs se pose le problème de la validation des méthodes sur des données complexes, hétérogènes et massives.

Périmètre de l'appel

Pour le premier appel, l'accent sera mis sur les trois priorités ci-dessous :

- **Co-conception** : l'accent doit être mis sur des projets fortement interdisciplinaires associant, à titre indicatif, la conception du matériel (opticiens, physiciens, électroniciens), le traitement de signal et d'images, la conception de logiciels adaptés et rapides, les utilisateurs dans de nombreuses disciplines, par exemple les médecins, les chirurgiens, les astrophysiciens, les photo-interpréteurs, chimistes et physiciens, etc.. Les grandes avancées sont issues de telles démarches dans lesquelles chacun amène une expertise très pointue de son domaine mais interagit de façon continue avec les autres.

- **Multi-modalité et fusion de données**. La multi-modalité est omniprésente, mais on ne sait pas prédire le gain obtenu en exploitant plusieurs modalités, les approches de traitement sont souvent *ad hoc* et pas toujours optimales : globalement, le traitement d'images multi-modales est encore insuffisamment

maîtrisé. L'interdisciplinarité intervient dans le mélange de données de caractéristiques physiques différentes, en vue d'un domaine d'application spécifique.

- **Modèles et traitement avancés.** Les approches statistiques, les modèles géométriques et les graphes sont de plus en plus utilisés pour représenter et analyser des images complexes. La mise en œuvre de ces modèles pose d'abord des problèmes de modélisation (e.g. problème direct puis résolution du problème inverse), d'optimisation (convexe ou non convexe), et ensuite de développement logiciel, qui sont actuellement considérés indépendamment.

Domaines d'application

Les domaines d'application potentiels sont très variés. Citons par exemple la biologie, la santé et l'anthropologie physique (imagerie microscopique, imagerie médicale, imagerie cérébrale, imageries X et neutronique), les sciences de la Terre et de l'univers (analyse de l'Univers et des planètes, télédétection, imagerie passive par corrélation), les sciences de l'environnement (suivi des dynamiques environnementales et éco-paysagères, télédétection terrestre, aéroportée et satellitaire), la physique et la chimie (représentation de turbulences, de molécules géantes, etc.), les sciences humaines et sociales (domaine encore peu exploré, mais où se posent des questions comme l'utilisation de l'image dans les réseaux sociaux), jusqu'à la réalité augmentée.

Ces méthodes s'appliquent aussi à la Visualisation/Analyse/Interprétation de données de simulation numérique.

Caractère interdisciplinaire de l'appel et les disciplines impliquées

Ce défi concerne toutes les disciplines. La complexité des questions et la diversité des applications demandent une approche interdisciplinaire reposant sur des spécialistes des méthodes et des experts du domaine d'application concerné.

D'un point de vue méthodologique, les acteurs concernés sont nombreux : ce sont par exemple les physiciens et les spécialistes d'instrumentation pour la partie matérielle ; les mathématiciens, les informaticiens, et les traiteurs de signaux et d'images pour les modèles et les algorithmes ; mais aussi les spécialistes de la perception visuelle, par exemple les neurobiologistes ou psychologues.

Les projets devront associer des chercheurs-ses, enseignants-chercheurs et ingénieurs issus de différentes communautés scientifiques. Au-delà de l'interdisciplinarité, la prise de risque seront considérées comme des éléments très favorables. Le réseau peut être local ou national, mais la notion de travail en réseau multi-compétences, multi-disciplines est primordiale. Dans ce contexte, les projets doivent contribuer à produire des publications croisées des résultats et méthodologies employées dans les meilleures revues de chaque discipline impliquée dans le défi, pour permettre ensuite de répondre à des appels à projets type ANR , ERC, etc.

Ces différents points seront pris en considération dans le processus de sélection. Dans le cadre du projet proposé, la nature de la demande peut être très variable (structuration en réseau ou collaboration, mise en place d'ateliers thématiques par exemple).

Les frais de personnels (CDD, salaires doctorants, post doctorants...) et les indemnités de stage ne pourront pas être financés sur ces crédits. Le financement sera octroyé pour l'année civile 2015.

L'appel à manifestations d'intérêt n'est pas réservé aux personnels du CNRS. Cependant le projet collaboratif doit comprendre au moins une unité de recherche qui relève du CNRS (UPR, UMR...).

Méthodologie et pilotage

Un comité de pilotage sera mis en place, il sélectionnera les projets en étroite collaboration avec la MI et proposera éventuellement des regroupements et réaménagements de partenariats pour le meilleur succès des projets.

Les projets retenus permettront à un ensemble d'équipes de disciplines différentes, mis en réseau, de **produire sur une durée de 3 ans, des réponses aux défis formulés**. Les projets sélectionnés en 2015 recevront un financement initial d'un an, octroyé pour l'année civile 2015, qui pourra être renouvelé si **l'évaluation scientifique annuelle du projet** est positive et si les contraintes budgétaires le permettent. Les porteurs des projets devront fournir un rapport scientifique annuel permettant l'évaluation du travail réalisé ainsi qu'un rapport financier des dépenses. Les porteurs devront également participer aux actions d'animation et d'échanges qui seront organisées dans le cadre du défi (colloque annuel du défi notamment).

Le formulaire de candidature est disponible à l'URL :

<http://www.cnrs.fr/mi/spip.php?article647>

Le dossier complet ne doit pas dépasser 6 pages et être en format pdf ou word.

Le formulaire complété doit être obligatoirement **déposé par le porteur du projet sur l'application**

SIGAP: <https://sigap.cnrs.fr/sigap/web/connexion.php>

Date limite de dépôt des projets : Mardi 03 mars 2015 à minuit.

Plus d'informations : Christophe Collet (c.collet@unistra.fr) (coordinateur scientifique du défi) et la Mission pour l'interdisciplinarité du CNRS (mi.contact@cnrs.fr).