



INS2I

LES GROUPEMENTS DE RECHERCHE

**DE L'INSTITUT
DES SCIENCES DE L'INFORMATION
ET DE LEURS INTERACTIONS**

NOVEMBRE 2021



TABLE DES MATIÈRES

Édito	3
BIM Bioinformatique Moléculaire	4
ECOINFO Pour une informatique plus responsable	6
GPL Génie de la Programmation et du Logiciel	8
IA Aspects formels et algorithmiques de l'intelligence artificielle	10
IG-RV Informatique Géométrique et Graphique, Réalité Virtuelle et Visualisation	12
IM Informatique Mathématique	14
ISIS Information, Signal, Image, Vision	16
MACS Modélisation, analyse et conduite des systèmes dynamiques	18
MADICS Masses de Données, Informations et Connaissances en Sciences	20
MAGIS Méthodes et Applications pour la Géomatique et l'Information Spatiale	22
RO Recherche Opérationnelle	24
ROBOTIQUE	26
RSD Réseaux et Systèmes Distribués	28
SI Sécurité Informatique	30
SOC² System on chip, systèmes embarqués et objets connectés	32
TAL Aspects computationnels et applicatifs du traitement automatique des langues	34



Ali Charara,
Directeur de l'Institut des sciences de
l'information et de leurs interactions

© Cyril Frésillon/CNRS Photothèque

Les groupements de recherche (GDR) permettent aux communautés scientifiques de se rassembler et de partager leurs connaissances sur des domaines disciplinaires et aux interfaces. Ces dispositifs sont précieux au CNRS : via leur rôle d'animation scientifique, les GDR encouragent les échanges sur des résultats encore partiels, la prospective basée sur une veille active, et le partage des savoirs et connaissances notamment vers les plus jeunes dans les écoles de recherche. Ces actions permettent aux membres des GDR de répondre à des problèmes fondamentaux et sociétaux actuels, et participent pleinement à la construction des savoirs ainsi qu'à des interactions avec d'autres disciplines et avec le monde industriel.

Chacun des 16 GDR¹ de l'Institut des sciences de l'information et de leurs interactions (INS2I) a été créé au moment où un nouveau domaine au cœur du numérique a émergé en impliquant une masse critique de chercheurs, chercheuses, enseignants-chercheurs et enseignantes-chercheuses. Ils ont ensuite poursuivi leur évolution, soit en renouvelant leurs thématiques en interne, soit en s'intégrant dans

de nouveaux GDR aux contours remodelés. En ce sens, les GDR sont un instrument essentiel d'abord pour aider à structurer les disciplines émergentes des sciences informatiques et du numérique, et ensuite, lorsque les communautés sont pérennes, pour participer à l'identification de nouveaux verrous scientifiques, alimentant un cercle vertueux pour enrichir les fondements de nouveaux champs scientifiques et de nouveaux GDR.

Chaque GDR rassemble entre quelques centaines et plusieurs milliers de chercheurs et chercheuses, enseignantes et enseignants-chercheurs, doctorantes et doctorants, ingénieures et ingénieurs issus des UMR rattachées à l'INS2I et à d'autres instituts du CNRS, mais également de personnels d'autres organismes de recherche, et des industriels, grâce aux clubs de partenaires pilotés par certains GDR. Cette convergence d'acteurs variés ayant pour volonté commune de faire émerger et de résoudre de nouvelles problématiques scientifiques témoigne du caractère remarquable et unique de ces structures, qui nous sont enviées à l'international.

Ce fascicule présente, sous la forme de fiches synthétiques, les périmètres scientifiques et prospectives de chacun des GDR portés par l'INS2I. Cette liste met en avant la diversité et la vitalité des sujets traités en sciences du numérique, à la fois sur ses fondements, mais aussi sur ses interfaces avec les autres disciplines scientifiques, par exemple : masses de données avec les sciences de l'univers ou la santé, bioinformatique avec les sciences du vivant et de l'environnement, traitement automatique des langues avec les sciences humaines et sociales...).

Ainsi, les GDR nous apparaissent comme le lieu où les domaines disciplinaires évoluent au fil des avancées des sciences informatiques et du numérique et en font émerger de nouveaux. Nous espérons que ce livret incitera celles et ceux qui ne sont pas encore membres de GDR à les rejoindre pour participer à leur dynamique. Et nous remercions chaleureusement toutes les personnes qui font vivre les GDR en les animant au quotidien.

1. Le groupement de services (GDS) EcolInfo est considéré dans la liste des GDR même s'il ne répond aux mêmes objectifs qu'un GDR

PROSPECTIVES

La diversification, la massification et la complexification des données sont une tendance de fond en bioinformatique, qui posent de nouveaux défis méthodologiques tout en ouvrant de nouveaux champs d'application. Ces données présentent également des spécificités fortes : elles sont hétérogènes, multi-échelles, non standardisées et interdépendantes.

ANALYSE DES NOUVELLES DONNÉES OMIQUES

Un facteur d'évolution majeur de la discipline est lié aux progrès technologiques pour l'acquisition des données : séquençage à haut débit d'ADN et d'ARN, mais aussi protéomique, métabolomique, épigénétique, etc. Ces données, qui sont volumineuses, obligent à repousser les limites des méthodes algorithmiques et statistiques existantes pour gagner en efficacité tout en s'adaptant à l'état des connaissances.

INTÉGRATION DE DONNÉES

La multiplication des données entraîne un changement de paradigme : intégration et analyse s'entrelacent. La compréhension d'un objet biologique croise ainsi des résultats expérimentaux variés, ce qui nécessite l'application de nombreux outils, avec une utilisation accrue de méthodes formelles issues de l'intelligence artificielle, de la fouille des données et de l'apprentissage.

SANTÉ NUMÉRIQUE

L'application massive des sciences du numérique au secteur de la santé est une révolution des sciences biomédicales et la bioinformatique est au premier rang de cette mutation. Cela comprend la génomique pour l'identification de pathogènes pour le diagnostic et le pronostic de maladies à facteurs génétiques, mais également la bioinformatique structurale pour la thérapeutique *in silico*. La bioinformatique fait ainsi son entrée à l'hôpital, au plus près des patients.

ÉCOLOGIE ET ENVIRONNEMENT

Les évolutions des techniques omiques à haut débit, en particulier le séquençage, permettent également d'étudier les interactions entre micro-organismes dans des environnements complexes naturels (sols, océans, rivières, nuages), issus du monde animal (microbiote intestinal, peau) ou du monde végétal (système racinaire d'une plante, système foliaire). L'enjeu sous-jacent est une meilleure connaissance des mondes qui nous entourent, ainsi que la compréhens-

sion de l'émergence des phénotypes complexes à l'échelle macroscopique. Ces recherches doivent également s'inscrire dans une perspective « *one health* », pour une prise en compte unifiée des aspects de santé humaine, animale et de l'environnement.

TRANSFERT DES CONNAISSANCES

Un défi transverse à toutes ces nouvelles questions est le transfert et la diffusion des connaissances dans les laboratoires expérimentaux. La bioinformatique est une discipline à fort impact, qui permet l'accélération des recherches en sciences de la vie. Pour cela, il est essentiel de maintenir une synergie durable entre les algorithmiciens et les modélisateurs d'une part, et les utilisateurs, générateurs et analystes des données d'autre part.

CONTACT

Directrice : Hélène Touzet
Directrice adjointe : Céline Brochier
Directeur adjoint : Guillem Rigall

gdr-bim@services.cnrs.fr

www.gdr-bim.cnrs.fr



GDS ECOINFO

Pour une informatique éco-responsable

OBJECTIFS

La crise écologique actuelle impose des transformations majeures de nature politique, économique, technique, culturelle, etc. Le numérique modifie profondément nos sociétés et peut être un élément de solution pour accompagner ces transformations vers un mode de vie soutenable. Mais, il peut aussi constituer un facteur aggravant

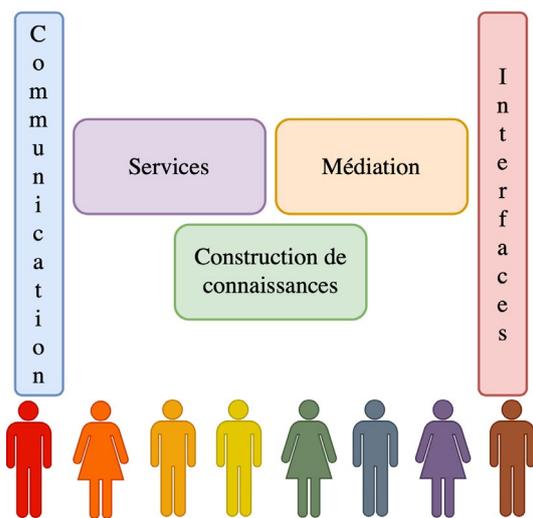
de cette crise. Le groupement de service EcoInfo agit au sein de l'enseignement supérieur et de la recherche (ESR) pour réduire les aspects négatifs du numérique notamment en étudiant, sur l'ensemble de son cycle de vie, ses impacts socio-environnementaux, directs et indirects.



Site internet du GDS : exemple de contenu
© Alexandre Dupaquis / LAAS-CNRS

3 MISSIONS

- Fournir des services visant à promouvoir une conception et un usage responsable des technologies numériques (exemples : enquête sur le devenir des équipements informatiques sortant des inventaires de l'ESR, participation au groupement d'achat MatInfo afin d'inclure des critères de développement durable, audit de centre de calcul pour l'ESR...)
- Proposer des actions de médiation visant à apporter des connaissances solides et reconnues à l'ensemble de l'ESR concernant les enjeux environnementaux du numérique (exemples : rédaction d'articles de vulgarisation sur les différentes thématiques liées aux impacts environnementaux du numérique, guides de bonnes pratiques sur l'éco-conception des services numériques, référentiel de compétences pour des enseignements sur le numérique écoresponsable...)
- Construire des connaissances afin d'enrichir les services et la médiation à destination de l'ESR comme du grand public avec des données fiables et impartiales (exemples : articles sur les impacts de la Blockchain et de l'IA, campagnes expérimentales de mesures de consommation énergétique d'équipements numériques...)



Structure du GDS Eco-info

50 MEMBRES DE L'ESR
IMPLIQUÉS AU SEIN
DE **40** LABORATOIRES

PROSPECTIVES

CONTEXTE DU GDS ECOINFO

La crise écologique actuelle remet en cause notre organisation sociale. Des transformations majeures s'imposent à tous les niveaux : politique, économique, technique, culturelle... Dans ce contexte, le numérique pourrait apporter des bénéfices environnementaux dans certains domaines, mais son déploiement a également des impacts directs et indirects (énergie grise, effets rebond, etc.). De plus, en repoussant les limites structurelles de notre production et de notre consommation, le numérique accroît nos impacts. Il est donc essentiel de rappeler que les transformations sociotechniques, numériques ou non, doivent avant tout servir la soutenabilité écologique.

IMPACTS SOCIO-ENVIRONNEMENTAUX DU NUMÉRIQUE

Le GDS EcoInfo étudie les impacts socio-environnementaux du numérique et agit pour en réduire les aspects négatifs. Ceci implique d'étudier quand et à quelles conditions les sciences et technologies du numérique peuvent être des éléments de solution pour un mode de vie soutenable ; quand et pourquoi elles peuvent constituer un facteur aggravant. Au vu de la nature systémique des enjeux environnementaux, la réponse à ces questions nécessite de prendre en compte une multitude d'aspects techniques, sociaux, économiques, politiques, philosophiques, etc.

SOBRIÉTÉ MATÉRIELLE ET ÉNERGÉTIQUE

Le GDS EcoInfo s'intéresse aux enjeux de sobriété matérielle et énergétique. Ceux-ci nécessitent d'étudier et de redéfinir, via le prisme de la soutenabilité écologique, les systèmes numériques eux-mêmes, leurs usages et leur nécessité. Le GDS aborde de multiples facettes de cette problématique générale, allant de la mesure et l'amélioration de l'efficacité (en vue de réduire l'impact d'un service numérique sans modifier son usage) jusqu'à l'étude de scénarios de dénumérisation (le remplacement d'usages numériques par des usages non numériques). Le GDS met, autant que faire se peut, ces multiples facettes en regard les unes avec les autres.

CONTACTS

Directrice : Anne-Cécile Orgerie
anne-cecile.orgerie@irisa.fr

Directeur adjoint : Laurent Lefèvre
laurent.lefevre@inria.fr

Directeur adjoint : Didier Mallarino
didier.mallarino@osupytheas.fr

<https://ecoinfo.cnrs.fr/>

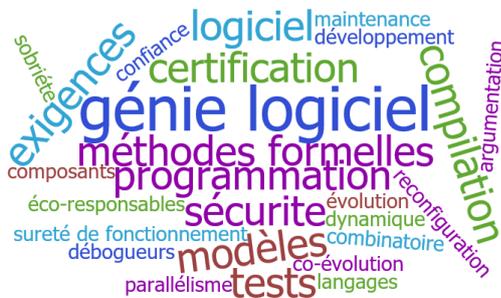
GDR GPL

Génie de la Programmation et du Logiciel

OBJECTIFS

Les recherches des membres du GDR Génie de la Programmation et du Logiciel (GPL) visent à faciliter le développement et la maintenance de logiciels informatiques fiables et durables, tout en prenant en compte les enjeux sociétaux tels que la maîtrise énergétique, la globalisation des développements et l'intégration de l'intelligence

artificielle. Elles s'étendent des méthodes formelles aux études empiriques en intégrant la construction d'outils. Au sein de la thématique Logiciels, le GDR structure et anime la communauté. Il favorise la prospective scientifique. Il participe aussi à la diffusion vers les partenaires industriels et les autres communautés scientifiques.



Nuages de mots clés du GDR GPL

© Généré avec www.wordclouds.com par Mireille Blay-Fornarino

7 AXES THÉMATIQUES

- Efficacité, sûreté et confiance : des langages aux paradigmes de programmation et leurs usages (par exemple, parallélisme, distribution) et outils associés
- De l'expression des exigences à leur traçabilité tout au long de la vie du logiciel
- Validation et vérification : des approches formelles aux méthodes de test
- Logiciel écoresponsable : de leur création à leur maintenance
- Adaptation dynamique des systèmes complexes de confiance : modélisation, preuve et mécanismes
- Couplage du génie logiciel avec l'intelligence artificielle
- Vitesse logicielle : des procédés de production logicielle à leur validation et maintenance en continu.

1630 CHERCHEURS
ET CHERCHEUSES
IMPLIQUÉS AU SEIN
DE **38** LABORATOIRES

PROSPECTIVES

POUR UNE SOCIÉTÉ « NUMÉRIQUE » RESPONSABLE

En 50 ans, le génie logiciel a permis de passer d'une production de logiciels dirigée par les composants de la machine à une production dirigée par les besoins applicatifs. Aujourd'hui, il est facile de développer de petits programmes, intégrant parfois des composants logiciels sophistiqués. Mais garantir la correction, la fiabilité, les performances ou encore l'évolutivité d'un logiciel complexe comme on en rencontre actuellement dans tous les pans de notre société (télécommunications, aérospatiale, automobile mais aussi finance, santé, administration, etc.) reste d'une très grande difficulté.

Pour que l'omniprésence de l'informatique dans notre société soit un bienfait, la production du logiciel doit être maîtrisée et durable. Il s'agit donc de fonder le génie logiciel et la qualité du logiciel sur des bases scientifiques rigoureuses pour que les experts métier puissent produire des logiciels dans lesquels nous pourrions avoir confiance afin de garantir :

- qu'ils fassent bien ce pour quoi ils ont été créés, et ceci même quand l'environnement change
- que leurs performances soient respectueuses des ressources consommées

Alors que de nombreuses sciences utilisent aujourd'hui l'informatique pour apporter de nouvelles connaissances, il s'agit bien de rendre cette science et les outils associés encore plus accessibles, tout en gardant le contrôle, y compris de manière économique et écologique.

SCIENCES DU LOGICIEL

Les recherches en GPL portent sur un objet en mouvement, qui connaît des révolutions régulières. Elles exigent une compréhension profonde de la partie théorique des domaines modélisés (par exemple, mathématiques, biologie, automatisme), la découverte, la formalisation, la mise en œuvre et l'exploitation de nouveaux paradigmes

de programmation (par exemple, *cloud*, *green computing*, modèles statistiques, informatique quantique). La communauté du GDR GPL contribue à ce transfert en analysant, accompagnant et évaluant les pratiques industrielles. Ainsi, les apports théoriques et méthodologiques des recherches en GPL s'appliquent aujourd'hui à de nombreuses disciplines scientifiques et techniques.

Les recherches en GPL se nourrissent des pratiques et applications ; les appréhender, expérimenter en contexte réel, évaluer les résultats, permettre la reproductibilité des expérimentations exige un investissement très important. Le GDR GPL a également pour volonté de conduire une réflexion pour le développement de nouvelles formes de collaborations industrielles favorisant l'innovation logicielle par un accès facilité aux productions et pratiques des entreprises.

CONTACT

Directrice : Mireille Blay-Fornarino
direction.gpl@groupe.renater.fr

www.gdr-gpl.cnrs.fr

Twitter : @GdrGPL



GDR

Groupement
de recherche

GPL Génie de la programmation
et du logiciel

GDR IA

Aspects formels et algorithmiques de l'intelligence artificielle

OBJECTIFS

Le GDR IA s'intéresse aux aspects formels et algorithmiques de l'intelligence artificielle, c'est-à-dire à l'étude et au développement des méthodes qui sont au cœur des activités de raisonnement, décision, apprentissage, résolution de problèmes, planification, recherche heuristique et systèmes multi-agents.



Discussion sur l'argumentation et la persuasion par des agents artificiels

© Frédéric Maligne / IRIT / CNRS Photothèque

Les objectifs du GDR IA sont le développement de chacune de ces thématiques, leur rapprochement et leurs interactions ainsi que les collaborations avec d'autres disciplines, puisque les applications nécessitent généralement d'utiliser conjointement plusieurs de ces compétences.

6 AXES THÉMATIQUES

- Représentation des connaissances et modélisation des raisonnements (RCR)
- Incertitude, modèles graphiques, réseaux bayésiens (IMG)
- Contraintes et SAT (PPC)
- Apprentissage (APP)
- Planification et recherche heuristique (PRH)
- Systèmes multi-agents et décision collective (SMA)

L'accent est mis sur le travail inter-thématique et inter-disciplinaire, avec en particulier des groupes de travail sur l'explicabilité, les liens entre apprentissage et raisonnement, les liens entre apprentissage et contraintes, la résolution pratique de problèmes, la planification, les jeux, la modélisation de systèmes biologiques, le raisonnement sur les données, la théorie algorithmique de la décision et des jeux, les liens avec l'informatique mathématique, etc.

Livre « L'intelligence artificielle, de quoi s'agit-il vraiment ? » publié par le GDR

© Cépaduès



Nœuds de calcul du supercalculateur Jean Zay

© Cyril Fréssillon / IDRIS / CNRS Photothèque

1000 CHERCHEURS
ET CHERCHEUSES
IMPLIQUÉS AU SEIN
DE **93** LABORATOIRES

PROSPECTIVES

EXPLICABILITÉ

Avec le développement des systèmes de décision basés sur des méthodes d'intelligence artificielle, et plus généralement avec le développement et l'intégration de tous les algorithmes informatiques dans des processus et applications grand public, se développe la demande naturelle d'obtenir des explications des décisions prises ou proposées par ces algorithmes.

Certains de ces algorithmes sont par nature des boîtes noires, donc produire une explication est un défi en soi. De plus, même pour des algorithmes dont la décision est plus facilement « traçable », cette « trace » n'est pas forcément une explication en soi, car elle peut être par exemple trop longue ou insuffisamment claire pour l'utilisateur recevant l'explication.

Il est donc indispensable de comprendre ce qu'est une bonne explication, de trouver comment générer ces explications à partir des différentes méthodes de décision, et de les intégrer dans des applications réelles.

PRÉSERVATION DE LA VIE PRIVÉE

Pour promouvoir l'acceptabilité des méthodes de décisions automatisées, un premier frein important est le problème de l'explicabilité, qui formait le point précédent. Un deuxième frein vient des problèmes de respect de la vie privée que pose l'utilisation d'une somme importante de données personnelles. Il est donc important de développer des méthodes assurant la préservation de la vie privée, soit en complément des algorithmes existants, soit en intégrant directement cette dimension lors de la conception des algorithmes.

APPROCHES HYBRIDES (DONNÉES/CONNAISSANCES)

Nous disposons à présent d'approches très performantes pour d'une part apprendre à partir de données, et d'autre part pour raisonner sur des connaissances. Or, pour la plupart des applications, il est primordial d'utiliser ces deux types d'information afin d'obtenir le meilleur résultat possible. C'est ce que l'on entend par approches hybrides ou par approches neuro-symboliques. Il s'agit certainement d'un des plus grands défis actuels en intelligence artificielle.

DÉCISION COLLECTIVE

La problématique des choix collectifs offre de nombreuses applications des méthodes développées en intelligence artificielle. Il y a notamment des enjeux importants liés aux consultations citoyennes, ou plus généralement aux nouvelles formes de démocratie, comme la démocratie délégative (*liquid democracy*). Les méthodes de délibération, d'argumentation, de vote, sont au cœur de ces applications. Et l'intelligence artificielle et l'informatique y ont une large part, puisque les problèmes de représentation, de calcul, de complexité, de manipulation se posent particulièrement.

CONTACT

Directeur : Sébastien Konieczny
konieczny@cril.fr

<https://www.gdria.fr/>
Twitter : @gdr_ia



GDR IG-RV

Informatique Géométrique et Graphique, Réalité Virtuelle et Visualisation

OBJECTIFS

Le positionnement du GDR IG-RV est centré autour des grands domaines de recherche que sont l'informatique géométrique et graphique, la réalité virtuelle et la visualisation. Le GDR structure, à l'échelle nationale, les communautés scientifiques autour de ces disciplines. Son rôle est de l'animer autour de journées plénières, thé-

matiques, de proposer des actions de formation comme une école de recherche, de la mise en valeur des travaux à travers un prix de thèse IG-RV et de laisser s'exprimer de nouvelles initiatives. Son objectif est de faire avancer ses projets et sa prospective en lien avec les enjeux scientifiques actuels.



Rendu temps-réel de matériaux scintillants

© Xavier Chermain, Simon Lucas, Basile Sauvage, Jean-Michel Dischler / Laboratoire ICube



Génération de maillages hexaédriques pour des surfaces dont la forme peut être représentée par leur squelette

© Paul Viville, Pierre Kraemer, Dominique Bechmann / Laboratoire ICube



Vers une représentation sensible du vent à l'aide d'un environnement virtuel

© Gabriel Giraldo et Guillaume Moreau / Laboratoire AAU Nantes

4 AXES THÉMATIQUES

- Géométrie : géométrie des formes et structures autour de problématiques de modélisation géométrique et de traitement numérique de formes, que ce soit sur des données structurées (maillage, grilles discrètes...) ou non (nuages de points).
- Informatique graphique: modélisation, animation, analyse géométrique, rendu, afin de proposer des outils de production de contenu ou de modélisation, et de simulation de phénomènes complexes et/ou naturels.
- Réalité virtuelle : activités autour de l'humain à travers des interactions multimodales entre l'utilisateur et le contenu 3D.
- Visualisation : la visualisation de données est un enjeu à fort impact sociétal pour la compréhension de données complexes, mais également pour de nombreuses communautés scientifiques (exploration, traitements guidés par l'interaction et la visualisation).

750 CHERCHEURS
ET CHERCHEUSES
IMPLIQUÉS AU SEIN
DE **44** LABORATOIRES

PROSPECTIVES

ENJEUX

Les objets 3D, ou plus généralement les mondes virtuels, sont les enjeux de la plupart des études. Elles visent à capturer ou créer les formes géométriques, leurs apparences ou leurs mouvements, pour ensuite offrir des moyens d'interagir avec ces mondes. Cette tâche se caractérise par son extrême complexité, que ce soit pour capturer des éléments du monde réel ou pour créer des mondes virtuels complexes.

Pour créer des mondes virtuels, chaque élément est représenté par des données numériques qui seront traitées, modifiées, analysées ou synthétisées, mais aussi visualisées ou animées, et avec lesquelles l'interaction devra être opérée en temps réel. La capture d'éléments du monde réel participe à sa modélisation numérique en s'appuyant sur le traitement d'informations perçues ou captées sur l'utilisateur. L'objectif est de se rapprocher toujours plus du monde réel ou de l'augmenter d'éléments numériques ou captés permettant de placer l'humain au cœur des systèmes, en lui proposant des retours sensoriels et toujours plus de contrôle, par exemple des phénomènes visualisés ou des avatars d'une réalité virtuelle.

Au travers de ce GDR IG-RV, nous souhaitons notamment aborder les défis scientifiques transversaux suivants :

- Adresser des grands volumes de données 3D : l'explosion de la quantité d'images ou de données graphiques via la prolifération des capteurs est en soi source de nombreux verrous techniques à lever autour d'outils performants, robustes et passant à l'échelle. Motivés par un usage sociétal commun et un besoin d'archivage et de préservation de patrimoines, le GDR souhaite des outils permettant d'analyser, de représenter et de manipuler ces grands corpus.
- S'attaquer à la représentation et la compréhension de phénomènes complexes : que ce soit pour la compréhension de phénomènes naturels ou issus de modèles mathématiques, de nombreux verrous portent sur des techniques de modélisation géométrique, de visualisation et de simulation qui soient à la fois efficaces et garanties tant d'un point de vue de la robustesse des calculs, que des garanties théoriques potentielles ou de leur réalisme par rapport au phénomène physique sous-jacent.

- Proposer des métaphores de visualisation et d'interaction pertinentes : ce défi considère une interaction entre les outils graphiques et un utilisateur. L'implication d'un utilisateur, par le biais des représentations graphiques ou multisensorielles, est source de nombreux verrous scientifiques auxquels le GDR souhaite s'attaquer.

SUJETS EN ÉMERGENCE

Les sujets en émergence sont nombreux autour de la génération de contenu 3D, où le besoin de capturer, visualiser, simuler, préserver les données géométriques ou graphiques est crucial. Une grande attente porte donc sur des outils robustes, efficaces, interactifs et physiquement réalistes pour la manipulation de ces données.

DOMAINES D'APPLICATION

Les domaines d'application sont variés, tels que l'industrie du futur, la simulation, la fabrication additive (impression 3D), l'apprentissage et la formation en environnement virtuel, la création artistique et l'industrie culturelle (cinéma, jeux vidéo, musées virtuels).

LIENS AVEC LES INDUSTRIELS

De grands industriels sont impliqués dans le GDR autour de la CAO (Conception Assistée par Ordinateur), de la simulation, des jeux vidéo, de la réalité virtuelle et de la visualisation, et également de nombreuses startup. Le Club des partenaires industriels, qui a démarré en 2020, est amené à prendre de l'ampleur.

CONTACT

Directrice : Dominique Bechmann
bechmann@unistra.fr

<https://gdr-igrv.fr>



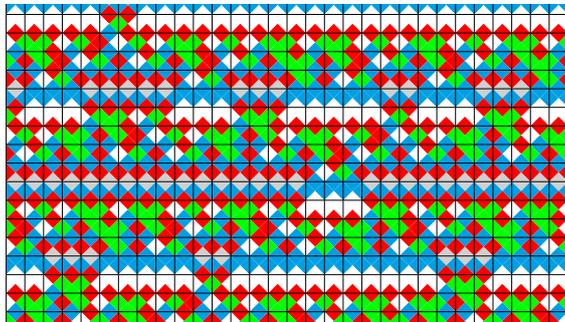
Groupement
de recherche

IG-RV Informatique Géométrique
et Graphique, Réalité Virtuelle
et Visualisation

OBJECTIFS

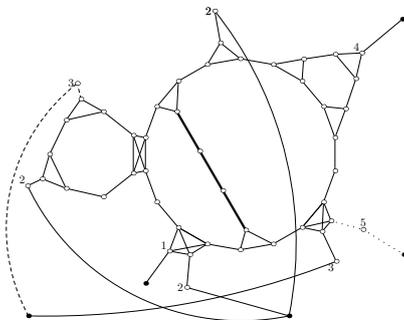
Les chercheurs du GDR Informatique Mathématique (IM) s'intéressent à tous les objets de l'informatique dont l'analyse nécessite l'utilisation des mathématiques. L'informatique apporte ses problèmes, ses objets et ses motivations. Mais, dans la résolution de ces problèmes, les méthodes mathématiques sont essentielles. Et il est rare que les techniques mathématiques classiques puissent

être utilisées directement, car les objets manipulés ou le type de réponses attendues apparaissent souvent comme non classiques aux mathématiciens. Le GDR IM fédère une communauté scientifique qui s'intéresse plus particulièrement au développement de techniques mathématiques spécifiques, imprégnées du point de vue informatique.



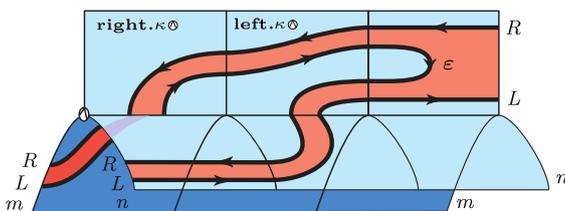
Exemple de pavage par le jeu de tuiles apériodique de Jeandel-Rao

© Sébastien Labbé / LaBRI



Un graphe sans roue et sans theta, exemple typique dans la description structurelle de ces graphes

© Nicolas Trotignon / LIP



Preuve en diagrammes de cordes que la conjonction des doubles négations de deux formules A et B implique la double négation de la conjonction des deux formules

© Paul-André Melliès / IRIF

7 AXES THÉMATIQUES

- Preuve : logique, preuves de programmes, vérification, certification de logiciels
- Calculabilité et complexité : liens entre la logique et la complexité, modèles de calcul
- Modèles et systèmes discrets : combinatoire, aléa, dynamique et complexité
- Algorithmique sur des structures informatiques : mots, graphes, arbres, automates
- Évaluation de performances des systèmes informatiques, analyse d'algorithmes
- Algorithmique de domaines mathématiques : calcul formel, calcul arithmétique, géométrie
- Sécurité : codage, cryptographie, vérification logicielle (commun avec le GDR Sécurité Informatique)

1500 CHERCHEURS
ET CHERCHEUSES
IMPLIQUÉS AU SEIN
DE **68** LABORATOIRES

PROSPECTIVES

LOGIQUE INFORMATIQUE

L'analyse de langages de programmation réalistes et la certification de logiciels à grande échelle deviennent accessibles, et font émerger des liens forts entre théorie des automates, vérification formelle et apprentissage. La vérification joue un rôle crucial dans l'analyse des systèmes distribués. Dans l'analyse des données semi-structurées, il y a de nombreux défis, autour de l'utilisation des graphes faisant le lien entre logique et bases de données.

COMPLEXITÉ, GRAPHES ET ALGORITHMES

Malgré des progrès notables, une bonne compréhension des mécanismes qui rapprocheraient bornes inférieures et supérieures reste hors d'atteinte. L'étude de la complexité des modèles non-classiques ouvre un champ à l'interface de la calculabilité et de la logique et concerne maintes disciplines (logique, mathématiques, physique théorique, SHS). L'accès à de grandes masses de données pose aussi de nouvelles questions dans le domaine. La théorie structurelle et l'algorithmique des graphes orientés, tout comme celle des graphes définis par sous-graphes induits exclus, posent des défis majeurs, qui nécessitent une compréhension globale. L'algorithmique avec garantie d'approximation fait la synthèse des idées de combinatoire extrême et par modules, et fait intervenir des méthodes de différents domaines mathématiques, avec de nombreuses applications.

CALCUL QUANTIQUE

À long terme, le cadre de l'information quantique se décrit comme un réseau de dispositifs (classiques et quantiques) où chaque agent communique avec d'autres parties (de confiance ou non) et délègue des tâches de calculs à des serveurs de calcul quantiques (non fiables). De nouvelles applications combineront ainsi les concepts du calcul quantique, de la communication et de la cryptographie.

ALÉA, SYSTÈMES DYNAMIQUES, COMBINATOIRE

Les interactions de l'aléa discret avec la théorie des probabilités, le calcul formel, l'algorithmique probabiliste, la logique, se renforcent. L'aléa discret se révèle novateur dans l'étude des modèles de l'apprentissage. Des questions émergent autour des systèmes dynamiques : robustesse au bruit ; lien entre la théorie des groupes et la dynamique symbolique. Des liens se dessinent entre combinatoire algébrique, sémantique des langages de programmation et théorie de la complexité. En biologie systémique symbolique, on assiste à un changement d'échelle dans la modélisation, passant des populations aux individus.

ARITHMÉTIQUE DES ORDINATEURS, CALCUL FORMEL, CODAGE, CRYPTOGRAPHIE

En arithmétique des ordinateurs, il faut développer et valider des algorithmes conciliant précision, vitesse et basse consommation, avec des défis de fiabilité, de reproductibilité et de sécurité. En calcul formel, l'amélioration des algorithmes de résolution de systèmes polynomiaux renforce les liens avec d'autres domaines, comme la robotique ou la cryptographie. La parallélisation des algorithmes sur les polynômes, séries et matrices reste un défi majeur. La définition des standards cryptographiques post-quantiques est un enjeu central. La protection de la vie privée demande l'étude de primitives cryptographiques adaptées à un contexte décentralisé.

GÉOMÉTRIE ET IMAGE

En géométrie algorithmique, les aspects topologiques prennent de l'importance. Le traitement de données en grande dimension fait intervenir des questions de plongement métrique. L'essor de l'impression 3D, notamment en imagerie médicale, va influencer fortement les domaines de la géométrie. L'analyse numérique et le calcul discret se rejoignent dans les travaux en géométrie discrète. De nouveaux thèmes émergent en modélisation géométrique : design virtuel d'objets, modélisation par apprentissage statistique, représentation par des grammaires de formes.

CONTACTS

Co-directeur : Jean-Michel Muller
jean-michel.muller@ens-lyon.fr

Co-directeur : Guillaume Theyssier
guillaume.theyssier@cns.fr

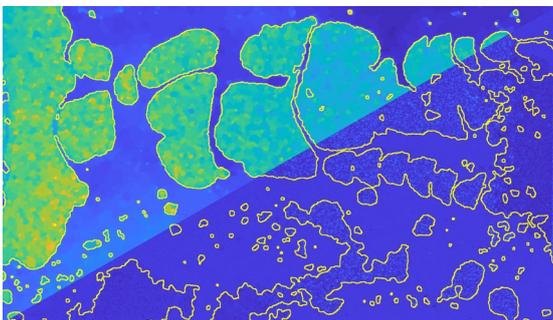
www.gdr-im.fr



OBJECTIFS

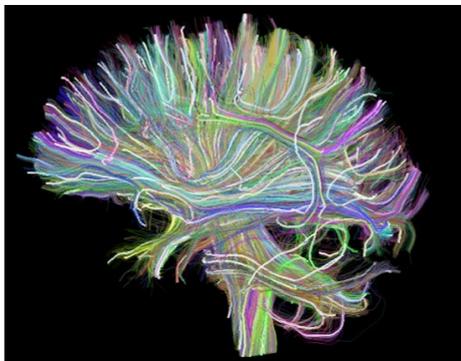
Le traitement du signal et des images est une discipline dont l'objet est le développement de théories, méthodes et technologies pour l'acquisition de données, leur analyse et l'extraction des informations utiles, en vue de leur interprétation et d'une exploitation finale. Force de progrès, elle s'illustre dans tous les secteurs d'activité (san-

té, environnement, énergie, transports, télécom, etc.). Le GDR ISIS a vocation d'animation scientifique, de fédérer la recherche académique, et de mener des actions de formation et de soutien pour maintenir l'excellence de sa communauté. Il est accompagné par un Club des Partenaires dans la réalisation de ses missions.



Dynamique de bulles de gaz au sein d'un écoulement liquide en milieu poreux

© B. Pascal, N. Pustelnik, V. Vidal, P. Abry / LPENSL



Faisceaux de fibres de la substance blanche cérébrale extraites à partir de l'IRM de diffusion

© Antoine Grigis / Laboratoire lCube



Détection automatique des voitures selon leur couleur

© Matthieu Cord / LIP6

10 AXES THÉMATIQUES

- Méthodes et modèles en traitement du signal et de l'image
- Données massives et grandes dimensions
- Image et vision
- Capteurs émergents et co-conception
- Indexation multimédia
- Adéquation Algorithme Architecture
- Télécommunications : compression, protection, transmission
- Sécurité des données multimédia (commun avec le GDR Sécurité Informatique)
- Apprentissage machine pour les signaux et les images
- Théorie de l'apprentissage et compréhension des réseaux de neurones profonds

4100 CHERCHEURS
ET CHERCHEUSES
IMPLIQUÉS AU SEIN
DE **190** LABORATOIRES

PROSPECTIVES

De l'acquisition des signaux à leur exploitation finale, la séquence des opérations de traitement à mettre en œuvre est longue et variée. Le GDR ISIS s'intéresse aux méthodes de traitement de l'Information, du Signal, de l'Image et de la viSion, comprenant la mise en forme des signaux, l'analyse et la modélisation, la compression et le codage, le stockage et la transmission. Ses activités se déclinent en cinq thèmes et une mission en faveur des doctorants.

THÈME A : MÉTHODES ET MODÈLES

Les domaines de recherche couverts portent sur les questions méthodologiques et théoriques en traitement du signal et des images. Ils incluent les thèmes classiques de la discipline (modélisation, représentation, estimation, détection, classification, etc.) complétés par des axes de recherche en prise avec l'actualité scientifique tels que le traitement des données en grande dimension et le passage à l'échelle des méthodes statistiques, la géométrie de l'information et l'inférence sur les variétés et graphes, ou encore les modèles structurés et leur inversion.

THÈME B : IMAGE ET VISION

L'émergence de nouveaux capteurs visuels, grâce à la miniaturisation des technologies et à la diminution de leurs coûts, ouvre de nombreuses perspectives applicatives mais nécessite de repenser les méthodes de traitement dédiés. Ce thème couvre un large spectre de ces questions, du développement des capteurs à l'analyse et à l'interprétation de scènes par des techniques d'apprentissage automatique, en passant par la modélisation de la géométrie des espaces de perception pour la description des phénomènes visuels.

THÈME C : ADÉQUATION ALGORITHME-ARCHITECTURE

Les recherches couvertes visent à faire converger algorithmes et architectures dans le contexte des systèmes dédiés, généralement au niveau de l'utilisateur final et interconnectés par IoT à des plateformes de calcul distantes. Les objectifs sont de produire des solutions plus efficaces du point de vue du temps de calcul, des performances énergétiques ou encore de la qualité et sûreté de fonctionnement.

THÈME D : TÉLÉCOMMUNICATIONS : COMPRESSION, PROTECTION, TRANSMISSION

L'omniprésence des réseaux dans la vie quotidienne (domotique, véhicules autonomes, etc.), ainsi que le développement de nouvelles formes de divertissement nécessitent la conception de réseaux satisfaisant à de nouvelles

contraintes de fiabilité, de latence, de confidentialité et de sécurité. Dans le même temps, si les bandes passantes des réseaux continuent d'augmenter, les exigences des utilisateurs sont de plus en plus importantes vis-à-vis de données de très haute qualité en temps réel.

THÈME T (TRANSVERSE) : APPRENTISSAGE POUR L'ANALYSE DU SIGNAL ET DES IMAGES

Si l'IA a induit une mutation profonde dans le domaine du traitement du signal et des images depuis dix ans, de nombreuses questions restent ouvertes afin d'en généraliser la mise en œuvre. Les travaux couverts par ce thème concernent l'apprentissage profond et sa compréhension formelle, les formulations des problèmes d'apprentissage, la prise en compte de modèles physiques ou encore les données multi-modales.

RÉSEAU DES DOCTORANTS

Le GDR ISIS soutient les doctorants en tant que forces vives de la communauté. Il mène donc des actions en leur faveur telles que le financement de séjours à l'étranger, l'organisation de Journées Carrières pour leur orientation et soutient une École d'Été. Le GDR ISIS organise annuellement un Prix de thèse national en collaboration avec l'association GRETSI et le Club EEA.

CONTACTS

Directeur : Cédric Richard
cedric.richard@unice.fr

Directeur adjoint : Yannick Berthoumieu
yannick.berthoumieu@ims-bordeaux.fr

Directeur adjoint : Jérôme Idier
jerome.idier@ls2n.fr

www.gdr-isis.fr



GDR MACS

Modélisation, analyse et conduite des systèmes dynamiques

OBJECTIFS

Les recherches du GDR MACS portent sur la conception de systèmes décisionnels placés en interaction avec des processus dynamiques. L'interaction entre ces deux éléments peut être dans une logique de raisonnement déductif ou abductif, mais vise *in fine* une interaction de type boucle fermée. Les sujets d'étude sont l'analyse des propriétés de l'interaction obtenue, ainsi que la synthèse

du système décisionnel qui réalise ces propriétés. En tant que scientifiques, les chercheurs du GDR MACS développent des méthodes, souvent associées à des outils numériques, et en interaction avec les très nombreuses applications en ingénierie, et d'autres champs scientifiques.



Plateforme de Simulation Collaborative, Hybride, Intermodale en Transports Terrestres – Personne à Mobilité Réduite du LAMIH

© Serge Debernard / LAMIH

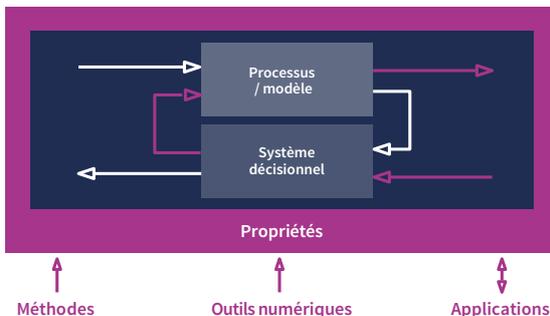


Schéma fonctionnel du GDR MACS

© Dimitri Peaucelle



Bateau autonome pour la surveillance

© Patrick Rousseaux / Pprime

6 AXES THÉMATIQUES

- Modélisation des processus et systèmes dynamiques : complexité, simplifications, incertitudes ; données et connaissances
- Systèmes de décision : planification, contrôle optimal ; estimation, observation, diagnostic ; maintenance, contrôle, pronostic
- Propriétés et performances : stabilité, robustesse, optimalité, conséquences humaines et sociales
- Méthodes : simulation, statistiques, intelligence artificielle, ingénierie, optimisation, certificats
- Outils numériques : bases de données, logiciels de valorisation, codes scientifiques
- Applications : ingénierie du procédé à l'usine ; systèmes cyber-physiques, robotique, transport, aérospatiale, santé, bâtiments, réseaux sociaux ; génie des procédés, mécanique des fluides, biologie...

2500 CHERCHEURS
ET CHERCHEUSES
IMPLIQUÉS AU SEIN
DE **214** LABORATOIRES

PROSPECTIVES

PROSPECTIVES SCIENTIFIQUES

Sur la base d'une analyse de ses six thématiques scientifiques, le GDR MACS mène des actions spécifiques d'analyse de l'état des lieux des connaissances et d'encouragement à l'élaboration de résultats nouveaux sur un grand nombre de questions concernant par exemple :

- Modèles hybrides et hétérogènes des systèmes cyber-physiques
- Modèles déterministes et stochastiques à base de données, de connaissances et d'ontologies
- Impact des outils de l'apprentissage sur la conduite des systèmes
- Nouvelles lois de décision pour les systèmes en réseau
- L'humain n'est pas un agent comme un autre
- Sécurité, robustesse et résilience
- Couplages entre vérification et validation
- Réseaux de neurones dans la boucle de décision
- Optimisation et commande en grandes dimensions
- Couplage optimisation/simulation et jumeaux numériques
- Par-delà l'industrie 4.0
- Conduite des systèmes en situation d'épidémie
- Dynamiques des réseaux sociaux
- Nouveaux modes de transport décarboné...

Les prospectives se réalisent par le biais de l'outil « Action MACS ». Souples et rapides dans leur mise en œuvre, ces actions d'une durée limitée sont soutenues financièrement et encadrées scientifiquement par le GDR. Elles sont à l'initiative de groupes de chercheurs, de partenaires d'autres disciplines, d'industriels, ou de la direction du GDR.

RÉSEAU D'ÉQUIPES MEMBRES

L'organisation du GDR MACS a pour but de renforcer la mise en réseau des équipes de recherche membres. L'orientation est de contribuer aux échanges de bonnes pratiques, de séjours croisés et la mise en commun des forces scientifiques. Le GDR est l'interlocuteur pour coordonner les réponses à appel d'offres, répondre aux sollicitations de partenaires en mobilisant les équipes les plus compétentes, ou co-construire des outils de médiation scientifique.

ACCOMPAGNEMENT DES JEUNES CHERCHEURS ET CHERCHEUSES

La réussite des jeunes scientifiques dans leur travail de recherche et leur accession à des emplois se joue grandement dans leurs capacités à maîtriser plus qu'un sujet de recherche précis, à collaborer avec plusieurs personnes et à appréhender des fonctionnements collectifs. Le GDR les accompagne en organisant des écoles thématiques sur des sujets scientifiques d'actualité, par des rencontres avec des personnes ressources, en favorisant les mobilités au sein du réseau de membres en cours de thèse et après. Cet accompagnement se prolonge par-delà le recrutement en intégrant les jeunes titulaires au plus tôt dans les actions du GDR, leur permettant d'enrichir leur réseau de collaborateurs et leur capacité à mettre en place des projets.

CONTACT

Directeur : Dimitri Peaucelle
Directeur adjoint : Damien Trentesaux

directeur-gdrmacs@services.cnrs.fr

www.gdr-macs.cnrs.fr

Twitter : @GdR_MACS

LinkedIn : GDR MACS



GDR Groupement de recherche
MACS Modélisation, analyse et
conduite des systèmes dynamiques

PROSPECTIVES

L'objectif de la science des données est de découvrir de nouvelles connaissances à partir de données. La démarche est intrinsèquement interdisciplinaire : analyse des données pour découvrir des corrélations ou relations permettant de générer des modèles, les comprendre et les interpréter. Le développement de nouvelles technologies et des sciences expérimentales (sciences de la vie, de la terre, de l'univers, sciences physiques, chimie, sciences humaines et sociales...) offre des observations d'une quantité, précision et profondeur sans précédent sur toutes sortes de données multimodales, multi-échelles et/ou spatio-temporelles : image, texte, son, données numériques, etc.

Bien que des progrès considérables aient été faits dans les domaines du traitement de données et de l'apprentissage automatique, les défis majeurs en science des données sont :

- Les données en entrée doivent être sélectionnées, acquises, qualifiées, préparées, échantillonnées en fonction d'une question scientifique ou d'un objectif applicatif ;
- Le choix des modèles et des algorithmes de traitement de données est aussi guidé par la finalité scientifique ou applicative ;
- Les résultats obtenus doivent être interprétables par les scientifiques du domaine qui doivent pouvoir se les approprier pour les vérifier, les confronter aux connaissances et modèles de leur domaine, et les enrichir ;
- Les données et les décisions qui découlent de leur analyse impactent de façon majeure la vie quotidienne des individus, et la société en général.

Répondre à ces défis nécessite une approche interdisciplinaire entre spécialistes de la science des données et spécialistes du domaine d'application, qui doivent ensemble :

- Obtenir des résultats de qualité en impliquant des experts selon le contexte ;
- Développer des méthodes reproductibles et réutilisables et des algorithmes transparents et explicables : outils d'audit d'algorithmes, approches de découverte causale, traçabilité des inférences ;
- Garantir des analyses qui mènent à des décisions respectueuses de la vie privée, des méthodologies éthiquement responsables : réguler la collection, l'usage des données ; étudier l'impact des décisions algorithmiques sur les individus et la société ;
- Assurer la sécurité informatique et la souveraineté de l'hébergement et des traitements des données ;
- Concevoir des algorithmes et systèmes performants pour garantir le passage à l'échelle des traitements sur les données : infrastructures hybrides (données structurées et non structurées), analyse en temps réel, algorithmique distribuée et architectures parallèles ;
- Former à l'interdisciplinarité dans la science des données et au transfert technologique (jeunes chercheurs, experts, industriels).

CONTACTS

Directrice : Sarah Cohen-Boulakia
sarah.cohen-boulakia@universite-paris-saclay.fr

Directeur adjoint : Bruno Crémilleux
bruno.cremilleux@unicaen.fr

www.madics.fr

Twitter : @GDR_MaDICS

GDR MAGIS

Méthodes et Applications pour la Géomatique et l'Information Spatiale

OBJECTIFS

Créé le 1^{er} janvier 2009 et renouvelé en 2017 par le CNRS, le GDR MAGIS a pour mission :

- d'accompagner la recherche sur l'Information Géographique dans toute sa diversité,
- de fédérer une communauté scientifique pluridisciplinaire en géomatique,
- de diffuser les connaissances produites (résultats



Carte des laboratoires du GDR MAGIS

© Openstreetmap



Atelier cartographique spontané à SAGEO'2019, 13-15 novembre 2019 à Clermont-Ferrand

© Sandro Bimonte



Initiatives éco-citoyennes, École Thématique GéoViz, 14-19 octobre 2018 à Aussois

© CNRS / GDR MAGIS

théoriques, méthodologiques et technologiques). Dans ce contexte, le GDR MAGIS développe des axes de recherches en géomatique et s'appuie notamment sur :

- une compétence commune : la modélisation,
- une orientation forte : l'analyse spatiale,
- une approche partagée : l'interdisciplinarité.

11 AXES THÉMATIQUES

- Analyse d'images pour le suivi des milieux
- Données 3D géospaciales
- Énergie, territoire, information/captage, pour la transition (ETIC'T)
- Extraction de connaissances à partir de données spatialisées (EXCES)
- Géo-visualisation & cognition, GeoVisAnalytics
- Incertitude épistémique : des données aux modèles en géomatique
- Information géographique volontaire et *crowdsourcing* pour la connaissance de l'espace géographique
- Mobilités et trajectoires
- Observatoires scientifiques milieux/sociétés
- Ontologies et dynamiques spatiales
- Théoriser, observer, analyser, modéliser le Géoweb

300 CHERCHEURS
ET CHERCHEUSES
IMPLIQUÉS AU SEIN
DE **53** LABORATOIRES

PROSPECTIVES

Trois axes structurants de la géomatique avec leurs 14 points chauds.

CHAMPS MÉTHODOLOGIQUES EN MOUVEMENT

Les enjeux concernent ici la 3D+ (nouveaux besoins de visualisation, simulation, modélisation, immersion, réalité virtuelle/augmentée/mixte), en lien avec le cycle de vie de la ville, l'incertitude épistémique des données et modèles en géomatique (compréhension, représentation de l'imprécision, incomplétude et ambiguïté des informations spatio-temporelles), les cartographies et la géovisualisation de données (méthodes, approches, usages et publics, évolution infoviz/dataviz), l'observation de la Terre multi-capteurs pour le suivi des milieux (exploitation de séries temporelles satellitaires, de données LIDAR, couplage avec des observations hyper-résolues par drones, caméras), l'usage du calcul haute performance en géomatique (limitations pour les scientifiques, nature et format de l'information spatiale, accessibilité, vecteurs d'innovation).

INFORMATION GÉOGRAPHIQUE, USAGES EN MUTATION

Les champs touchent ici à l'information géographique colontaire et le *crowdsourcing* (analyse de données massives, compréhension des contributeurs, variété, production et qualification), les observatoires scientifiques milieux-sociétés (systèmes de décision territoriale, éducation, réappropriation, et animation de territoire), les ontologies pour l'interdisciplinarité (interopérabilité des données et outils, interactions producteurs/utilisateurs, agrégation et formalisation de connaissances interdisciplinaires), les humanités numériques Spatialisées (combinaison des outils du TAL, symboliques et apprentissage, désambiguïsation, spécificités des textes issus des Humanités, localisations relatives, grandes masses de données littéraires, historiques), les approches critiques des sciences de l'information géographique (sociohistoire, *critical data science*, sociologie de la quantification, géohumanités, cartographie et *storytelling*, stactivisme, contre-cartographie et cartographie participative).

CHAMPS THÉMATIQUES PRIVILÉGIÉS

Les domaines sont ici les mobilités et leurs impacts socio-environnementaux (relation entre mobilité et environnement, impact positif ou négatif, indicateurs de risque), les espaces côtiers et marins (méthodes émergentes de collecte d'information géographique, infrastructures de données géographiques dédiées aux transports et à la navigation maritime, représentation des dynamiques des usages maritimes, modélisations des processus, contraintes et conflits d'usage, indicateurs pour la gestion), la géomatique, la ville, le climat et la pollution (apports de la géomatique, facteurs d'atténuation et adaptation au changement climatique, micro-climatologie), les graphes de connaissances géohistoriques (vocabulaire et outils de liage, graphes de connaissances spatio-temporels partagés).

CONTACTS

Directrice : Sylvie Servigne
sylvie.servigne@insa-lyon.fr

Directeur adjoint : Didier Josselin
didier.josselin@univ-avignon.fr

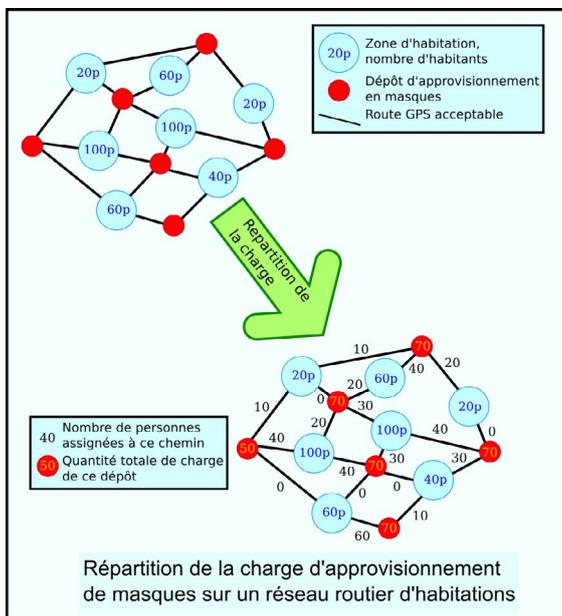
<http://gdr-magis.imag.fr/>



OBJECTIFS

La Recherche Opérationnelle (RO) est la discipline des méthodes scientifiques pour l'élaboration de meilleures décisions. Elle permet de rationaliser et d'optimiser la conception et le fonctionnement des organisations. Face à une situation, la RO propose des modèles et formulations sous la forme de problèmes d'optimisation ou de décision sous contraintes et des algorithmes

pour les résoudre. Le GDR RO répond au souhait de la communauté RO de disposer d'un outil de structuration de son activité scientifique et d'interaction avec le milieu socio-économique. Outre ses activités d'animation et de structuration, le GDR a également un objectif de veille scientifique et de prospective.

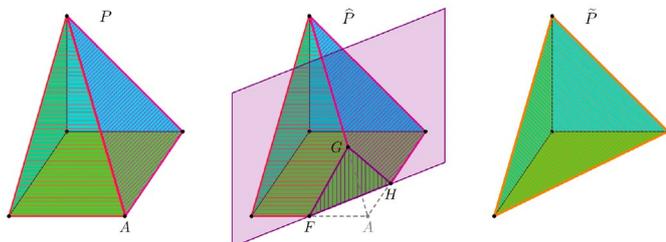


Répartition de la charge d'approvisionnement de masques sur un réseau durant la crise du Covid-19

© Alexandre Dupaquis / LAAS-CNRS

10 AXES THÉMATIQUES

- Optimisation combinatoire
- Programmation linéaire en nombres entiers
- Programmation non linéaire
- Modèles stochastiques, robustes, multicritères
- Théorie algorithmique de la décision et des jeux
- Programmation par contraintes
- Métaheuristiques
- Complexité, approximation et graphes
- Ordonnancement
- Planification en transports, logistique réseaux et énergie



Approches polyédrales en optimisation combinatoire : comment couper au mieux un point extrême dans un polyèdre entier

© Anne-Elisabeth Falq / LIP6

950 CHERCHEURS
 ET CHERCHEUSES
 IMPLIQUÉS AU SEIN
 DE 68 LABORATOIRES

PROSPECTIVES

LES AXES DE RECHERCHE PRINCIPAUX ET LEURS APPLICATIONS :

OPTIMISATION MATHÉMATIQUE

L'optimisation mathématique regroupe l'optimisation combinatoire (approches polyédrales, algorithmes de coupes) et la programmation mathématique : programmation linéaire et non linéaire en nombres entiers, décompositions.

DÉCISION : MODÉLISATION, ÉVALUATION, INCERTITUDE

Il s'agit des aspects fondamentaux de modélisation, d'évaluation et de prévision pour les systèmes décisionnels complexes : optimisation/décision multicritères, modélisation et élicitation des préférences, modèles stochastiques, théorie algorithmique de la décision et des jeux.

COMPLEXITÉ, APPROXIMATION, GRAPHES POUR LA DÉCISION ET L'OPTIMISATION

Cette partie considère l'étude d'algorithmes d'approximation avec garantie de performances, de complexité paramétrée, d'algorithmique *online* et l'interface entre l'optimisation et la théorie des graphes.

RÉSEAUX, ÉNERGIE, SERVICES TRANSPORTS

L'étude des problèmes d'optimisation propres aux réseaux, au transport, à la logistique, au secteur de l'énergie et de la santé permet des applications à des problèmes de multi-flots, de routage, de localisation, de conception de réseaux, de tournées de véhicules, prévision et gestion de l'énergie.

ORDONNANCEMENT, PLANIFICATION ET APPLICATIONS

Cet axe concerne l'étude des problèmes d'ordonnement de tâches sous contraintes de ressources et de planification, et des applications industrielles à la production, aux services, aux grands systèmes distribués et à la conception de systèmes intégrés.

LES SUJETS ÉMERGENTS :

DONNÉES, APPRENTISSAGE AUTOMATIQUE ET OPTIMISATION

Les interactions entre les méthodes de la recherche opérationnelle et l'apprentissage automatique sont souhaitables, pour intégrer des techniques d'apprentissage aux algorithmes de décision et d'optimisation afin d'améliorer leur

performance ou bien pour formuler un problème d'apprentissage comme un problème d'optimisation et améliorer ainsi sa résolution.

DÉCISION ET OPTIMISATION ROBUSTE

La robustesse des décisions prescrites est constamment questionnée dans toutes les applications. Ce sujet concerne la proposition de méthodes d'optimisation pour la résolution de grands problèmes d'optimisation robuste ou stochastique, l'étude de la complexité des problèmes sous incertitude, la robustesse de décisions collaboratives.

RECHERCHE OPÉRATIONNELLE, DÉVELOPPEMENT DURABLE ET SOBRIÉTÉ NUMÉRIQUE

La recherche opérationnelle est à même de fournir des outils pour répondre aux enjeux de développement durable : proposer des méthodes de gestion économes de l'énergie dans la production, les services, le transport, la logistique, participer à la sobriété numérique des algorithmes de calcul et du *hardware* via une allocation de ressource et un ordonnancement adaptés.

CONTACTS

Directeur : Christian Artigues
artigues@laas.fr

Directrice adjointe : Nadia Brauner
nadia.brauner@imag.fr

Directeur adjoint : Pierre Fouilhoux
pierre.fouilhoux@lipn.fr

<http://gdrro.lip6.fr>

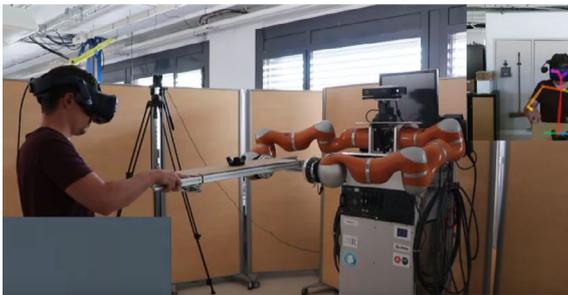


GDR ROBOTIQUE

OBJECTIFS

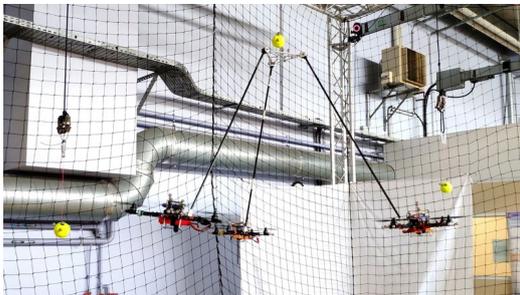
Le GDR Robotique réalise une structuration forte de la communauté au travers de ses actions d'animation, de formation et de réflexion. L'activité de recherche de la robotique se structure autour du mouvement et de l'autonomie des robots. Elle est sollicitée aujourd'hui pour la conception de robots légers, rapides, reconfigurables,

leur commande robuste, adaptative, sûre, leurs capacités de perception et d'interprétation des environnements physiques et humains dans lesquels ils évoluent, leurs capacités de mobilité et d'autonomie, d'interaction, d'adaptation individuelle et collective à une variété de fonctions, et aux environnements dynamiques.



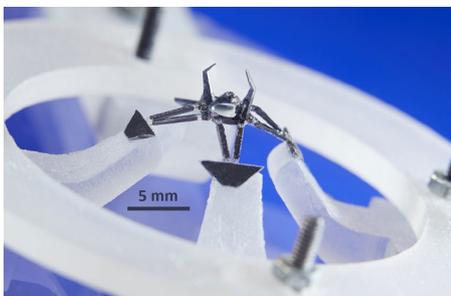
Interaction physique humain-robot

© S. Tarbouriech, B. Navarro, P. Fraisse, A. Crosnier, A. Cherubini, D. Sallé / Équipe IDH, LIRMM



Robot parallèle aérien

© S. Liu, J. Erskine, A. Chriette, I. Fantoni / Équipe ARMEN, LS2N



Microrobot parallèle

© W. Haouas, R. Dahmouche, N. Le Fort-Piat, and G. J. Laurent / FEMTO-ST

6 AXES THÉMATIQUES

- Conception mécatronique de systèmes poly-articulés
- Planification
- Contrôle du mouvement
- Navigation des véhicules mobiles autonomes
- Perception
- Apprentissage et interaction avec l'environnement

1360 CHERCHEURS
ET CHERCHEUSES
IMPLIQUÉS AU SEIN
DE **49** LABORATOIRES

PROSPECTIVES

La robotique constitue aujourd'hui un enjeu majeur pour considérer un nombre important et toujours croissant de problèmes sociétaux et techniques. Elle est une source d'innovations pour les systèmes de production, pour atteindre des systèmes plus flexibles, plus interactifs, pour les systèmes de transport (routiers, aériens, maritimes), pour le domaine de la santé et de l'autonomie. Elle permet de couvrir des besoins de plus en plus variés en matière d'intervention dans des milieux dangereux voire inaccessibles à l'Homme, qu'ils soient sous-marins, en hauteur voire aériens, dans l'espace ou sur une autre planète, ou encore sur des sites sinistrés.

L'activité de recherche de la robotique se structure autour du mouvement et de l'autonomie des robots. On peut détailler cette structuration par la modélisation et la conception de mécanismes poly-articulés, la planification et le contrôle du mouvement, la navigation des véhicules mobiles autonomes, la perception, l'apprentissage et l'interaction avec l'environnement.

Les futurs robots devront comprendre, communiquer et se fondre en toute sécurité avec les humains. Ces capacités nécessiteront une refonte radicale des corps et des interactions humaines des robots. Il faudra des capacités réalistes qui vont au-delà des réalisations actuelles de la robotique et de l'intelligence artificielle pour se fondre avec des systèmes vivants tels que les humains, les animaux et les plantes. Il faudra considérer le robot, non plus comme une machine à automatiser, mais comme un outil, dans la lignée de ceux que les humains ont créés, utilisés et optimisés, afin d'exercer des actions sur leur environnement. Reconfigurables, modulaires et adaptatifs, ils sauront s'intégrer naturellement dans notre environnement. Il s'agira d'intégrer ces objectifs de manière intrinsèque au robot : dans sa structure mécanique, son actionnement, ses modalités de perception, ses comportements sensori-moteurs et ses fonctions cognitives.

Les défis à relever viseront à doter les robots de propriétés adaptées aux transformations futures de nos sociétés. Les impacts potentiels sur notre économie, l'environnement, la santé et la société sont conséquents et nécessiteront des moyens importants pour faire face à ces enjeux scientifiques.

Ces thèmes émergents concernent différents domaines de recherche, tels que l'informatique, l'ingénierie, les sciences de la vie, les sciences des matériaux et les sciences humaines. On peut également citer les thèmes de recherche pour lesquels un effort conséquent devra être réalisé :

- La robotique d'interaction
- La planification, la commande
- L'apprentissage
- La conception de robots innovants
- La bioinspiration
- La robotique et l'éthique

CONTACTS

Directeur : Philippe Fraisse
philippe.fraisse@umontpellier.fr

Directeur adjoint : Nicolas Andreff
nicolas.andreff@femto-st.fr

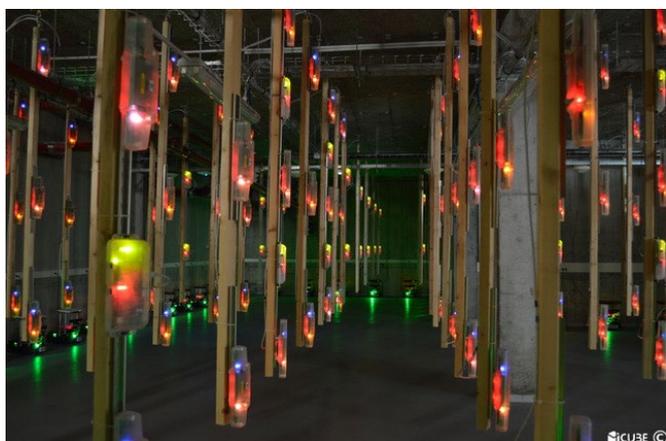
Directrice adjointe : Isabelle Fantoni
isabelle.fantoni@ls2n.fr

www.gdr-robotique.org



OBJECTIFS

Le GDR Réseaux et Systèmes Distribués (RSD) vise à contribuer à l'animation scientifique, à la structuration, à la dynamisation, à la promotion des savoirs et à la mise en synergie de ses deux pôles de recherche (pôle RESCOM et pôle Systèmes Distribués), fondateurs des grandes avancées et innovations dans le domaine des STIC.



Plateforme internet des objets

© iCube

Le GDR RSD couvre et intègre ainsi tout un continuum thématique constitutif des systèmes communicants à large échelle susceptibles de supporter des applications critiques.

10 AXES THÉMATIQUES

- Gestion des infrastructures distribuées à grande échelle
- Protocoles, services, analyse des réseaux filaires et sans fil
- Réseaux 5G/6G
- Algorithmique pour les réseaux et les systèmes distribués
- Gestion des ressources et efficacité énergétique
- Virtualisation, *Cloud*
- Architectures logicielles
- Sécurité des réseaux, des systèmes, des logiciels
- Informatique & réseau quantiques
- Calcul à haute performance

800 CHERCHEURS
ET CHERCHEUSES
IMPLIQUÉS AU SEIN
DE **58** LABORATOIRES

PROSPECTIVES

Le nouveau monde numérique, ubiquitaire et intelligent, exercera une pression inédite sur les infrastructures réseaux et systèmes sous-jacents. Les réseaux devront faire circuler des quantités de données sans précédent fortement hétérogènes, et ce encore plus rapidement que par le passé. Les systèmes informatiques qui deviennent de plus en plus complexes devront faire preuve d'efficacité et de résilience. À cela s'ajoutent de nouvelles exigences telles que la réduction inévitable de l'empreinte écologique. Les réseaux de communication et systèmes distribués actuels se diversifient et s'enrichissent en bénéficiant d'apports technologiques croisés : réseaux de capteurs à très faible consommation, infrastructures de calculs à haute performance, réseaux personnels avec quelques objets communicants, réseaux d'entreprises avec des flottes nomades, réseaux de véhicules, infrastructures de communication, réseau de stockage, réseaux virtuels, infrastructures de *cloud* et de *fog computing*, etc. De nombreux enjeux scientifiques sont à relever parmi lesquels :

RÉSEAUX 5G+, 6G SOUTENABLES

Un des défis majeurs de ces architectures futures concerne leur consommation énergétique et leur impact environnemental.

VIRTUALISATION EXTRÊME

Concevoir des solutions de virtualisation et de *slicing* de bout en bout permettra d'insérer tous ces dispositifs en tant qu'éléments actifs de l'Internet, et plus seulement comme simples « terminaux ».

WEB DÉCENTRALISÉ - WEB 3.0

De nouvelles technologies émergent dans le domaine des navigateurs web décentralisés qui permettent de créer et de partager des sites web en pair-à-pair ainsi que des protocoles web pair-à-pair telles que les technologies Blockchain.

INTERNET DES OBJETS

Cette nouvelle topologie de l'Internet oblige à repenser l'Internet en termes d'infrastructures, de services et de sécurité.

ORGANISATIONS AUTONOMES DÉCENTRALISÉES

Ces systèmes ont des règles de fonctionnement pré-programmées, et s'appliquent automatiquement quand les conditions spécifiées dans le logiciel sont réunies (contrairement à une organisation centralisée/hiérarchique).

EDGE COMPUTING INTELLIGENT

L'Intelligence Artificielle côté *Edge* rapproche l'IA du lieu où elle est nécessaire, plutôt que l'exécuter à distance sur un serveur dans le *cloud*.

IA DISTRIBUÉE

L'apprentissage fédéré/distribué permet de répondre à de nombreux défis liés au passage à l'échelle et de préservation de la vie privée.

RÉSEAUX ET CALCULS INTENSIFS QUANTIQUES

L'interconnexion des ordinateurs quantiques formera l'Internet Quantique qui représente de nombreux verrous technologiques majeurs.

CONTACTS

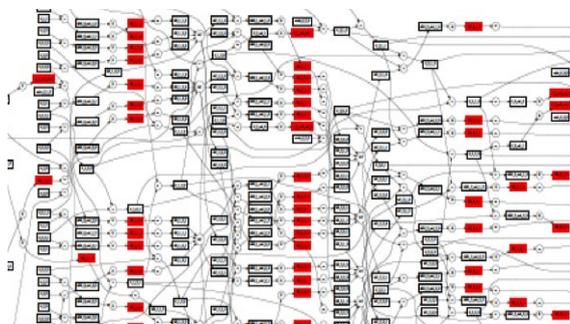
Directeur : Thomas Noel
noel@unistra.fr

Directrice adjointe : Sonia Ben Mokhtar
Sonia.ben-mokhtar@liris.cnrs.fr

<http://www.gdr-rsd.fr>
Twitter : @GdrRsd

OBJECTIFS

Le GDR Sécurité Informatique est une structure d'animation du CNRS créée en 2016 par le CNRS. Ouvert à toute la communauté de recherche française, académique, mais aussi industrielle et étatique, il a pour mission de favoriser les interactions entre toutes les communautés de la sécurité informatique. Le GDR fédère autour de six groupes de travail thématiques dont trois sont communs



Recherche d'attaque sur AES

© Pascal Lafourcade / LIMOS



Chercheuse expliquant une proposition de protocole de vote électronique

© Cyril Fréssillon / LORIA / CNRS Photothèque



Journées Nationales du GDR en 2018

© Marc-Olivier Killijian

avec les GDR Informatique Mathématique (IM), Information, signal, images, vision (ISIS) et System On Chip - System In Package (SOC²). Il organise une douzaine d'événements par an, des séminaires, publie une gazette trimestrielle et mène des actions en direction des jeunes chercheurs, notamment l'école d'été et les rencontres entreprises-doctorants en sécurité.

6 AXES THÉMATIQUES

- Codage et cryptographie (commun avec le GDR IM)
- Méthodes formelles pour la sécurité
- Protection de la vie privée
- Sécurité des systèmes, des logiciels et des réseaux
- Sécurité et données multimédia (commun avec le GDR ISIS)
- Sécurité des systèmes matériels (commun avec le GDR SOC²)

1300 CHERCHEURS
ET CHERCHEUSES
IMPLIQUÉS AU SEIN
DE **30** LABORATOIRES

PROSPECTIVES

Le GDR Sécurité Informatique mène régulièrement des réflexions prospectives, dont les éléments saillants sont présentés ci-dessous.

SÉCURITÉ DES SYSTÈMES MATÉRIELS

Avec l'avancée des technologies d'intégration, des chemins d'attaque, de l'instrumentation et du traitement de l'information, la sécurité matérielle des systèmes sur puces est un enjeu majeur de la sécurité numérique. Au-delà des moyens de contre-mesures à implanter, s'ajoute le défi de concevoir les systèmes à venir pour répondre aux exigences de sécurité mais aussi de performances.

SÉCURITÉ ET DONNÉES MULTIMÉDIA

Les principaux verrous scientifiques portent sur : les méthodes génératives en stéganographie et forensique ; la maîtrise des taux de fausses alarmes en détection (stéganalyse, forensique) face au passage à l'échelle ; la conception de méthodes de détection indépendantes du corpus d'apprentissage et l'impact des approches par *deep learning* ; l'analyse et le traitement de contenus multimédia chiffrés ; les systèmes biométriques multimodaux ; la vidéosurveillance intelligente avec la ré-identification de personnes à des fins d'authentification.

MÉTHODES FORMELLES POUR LA SÉCURITÉ

La sécurité demande d'analyser des systèmes (protocoles comme TLS et leurs implémentations, codes...) et des propriétés sensiblement différents de ceux étudiés en sûreté, amenant de nouveaux défis aux méthodes formelles : raisonner sur des propriétés reliant des traces d'exécution entre elles, raisonner de manière quantitative, analyser du code très bas niveau (frontière logiciel / matériel), et enfin analyser des codes malveillants.

PROTECTION DE LA VIE PRIVÉE

Une des difficultés de la thématique est d'être capable d'apporter des solutions déployables et utilisées à large échelle. Dans un monde où les applications innovantes priment sur le respect de la vie privée, l'enjeu est le développement des approches *privacy by design* ou d'anonymisation, y compris en interaction avec d'autres domaines comme le génie logiciel, les réseaux / IoT, ainsi que des collaborations pluridisciplinaires avec les disciplines juridiques et économiques notamment.

SÉCURITÉ DES SYSTÈMES, DES LOGICIELS ET DES RÉSEAUX

Dans un monde où les vulnérabilités et les logiciels malveillants sont omniprésents (par exemple les rançongiciels), de nouveaux sujets émergent autour de l'IoT et les systèmes industriels. Les défis résident dans la complexité croissante des systèmes et dans les interactions aux frontières, par exemple entre le logiciel et le matériel. De plus, le domaine tend à dépasser l'approche traditionnelle qui consiste à prévenir, pour mieux détecter les attaques et y répondre.

CRYPTOGRAPHIE ET CODAGE

Il s'effectue depuis quelques années un transfert des forces en cryptographie, allant des primitives symétriques - où les recherches très intenses des trois dernières décennies ont permis d'obtenir des primitives très abouties - vers des problèmes ouverts comme le chiffrement homomorphe et fonctionnel, la cryptographie post-quantique, la cryptanalyse et la sécurité des protocoles cryptographiques.

CONTACT

Directrice : Caroline Fontaine
caroline.fontaine@lsv.fr

<http://gdr-securite.irisa.fr>
Twitter : @GdrSecInfo

GDR SOC²

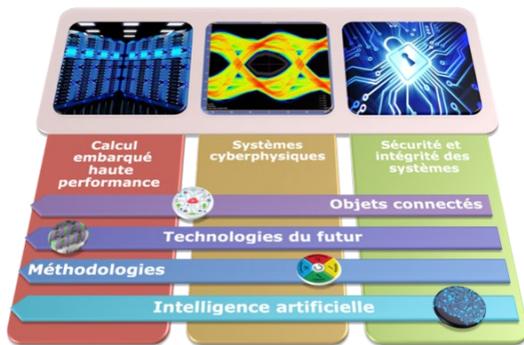
System on chip, systèmes embarqués et objets connectés

GDR commun INS2I-INSIS

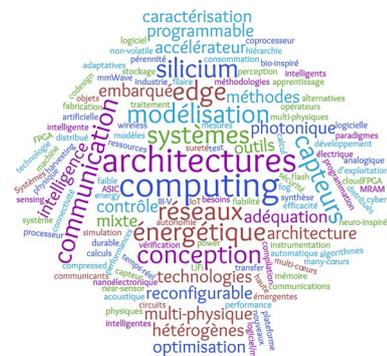
OBJECTIFS

L'objectif de ce groupement de recherche est d'étudier et de proposer de nouvelles approches pour la conception et la validation des systèmes micronanoélectroniques et embarqués pour les capteurs et objets connectés, le *edge computing* et l'intelligence artificielle embarquée. Les principaux défis actuels sont nombreux : réduire la consommation énergétique pour l'autonomie des sys-

tèmes embarqués et pour maîtriser le bilan carbone du calcul exascale, garantir la sécurité et l'intégrité des systèmes électroniques, maîtriser les coûts de conception et de validation des systèmes embarqués et de calcul, assurer l'adéquation des systèmes intégrés dans les objets connectés pour de multiples secteurs d'application.



Structuration thématique du GDR SOC²



Nuage de mots des actions du GDR SOC²

© Généré sur www.wordclouds.com par Ian O'Connor

7 AXES THÉMATIQUES

- Calcul embarqué haute performance
- Frontières et interfaces cyberphysiques
- Sécurité et intégrité des systèmes (groupe de travail commun avec le GDR Sécurité Informatique)
- Objets connectés
- Technologies du futur
- Méthodes et outils
- Intelligence artificielle embarquée



Illustration de la thématique du GDR SOC²

© Geralt / Pixabay

800 CHERCHEURS
ET CHERCHEUSES
IMPLIQUÉS AU SEIN
DE **67** LABORATOIRES

PROSPECTIVES

CALCUL EMBARQUÉ HAUTE PERFORMANCE

Les architectures matérielles de calcul sont massivement parallèles, hétérogènes, adaptatives et virtualisées. Leur exploitation dans les systèmes embarqués nécessite la prise en compte de contraintes de temps réel, de consommation, et de sûreté de fonctionnement. Le défi principal est celui de la maîtrise du parallélisme aux niveaux logiciel (programmation, compilation), matériel (performances, fiabilité), et système (sûreté de fonctionnement, consommation).

FRONTIÈRES ET INTERFACES CYBER-PHYSIQUES

Les mondes informatique et physique fusionnent pour évoluer vers les systèmes cyber-physiques. Cette fusion vise à accroître l'autonomie, l'efficacité, la fonctionnalité, la fiabilité et la sécurité des systèmes du futur. L'interfaçage des objets connectés avec le cœur du système nécessite des recherches pour relever les défis visant à intégrer une intelligence localisée au niveau de l'objet, optimiser la communication avec le cœur, et développer des modèles de haut niveau de ces nœuds sensibles.

SÉCURITÉ ET INTÉGRITÉ DES SYSTÈMES

Les SOC² (*system on chip*, systèmes embarqués et objets connectés) évoluent vers plus de complexité, de connectivité et de mobilité, et doivent donc résister à des attaques contre la confidentialité des informations et la traçabilité liée à leur conception. L'intégrité passe par la possibilité d'identifier un dysfonctionnement et la robustesse des systèmes. Les défis concernent l'adaptation des méthodologies aux nouvelles technologies (intégration 3D, mémoires non-volatiles, photonique silicium...), la montée dans les niveaux d'abstraction, et le passage à l'échelle en termes de complexité et d'hétérogénéité des systèmes.

OBJETS CONNECTÉS

Les objets connectés permettent de répondre aux défis de demain en matière de mobilité, d'environnement, de santé et d'industrialisation. L'agilité fonctionnelle de l'objet et des services associés nécessite des mutations au niveau de son architecture et des compromis entre approches systèmes distribués et centralisés. Les défis concernent le passage à l'échelle des objets et des données, ainsi que l'architecture et le mode opératoire de l'objet.

TECHNOLOGIES DU FUTUR

Le déploiement de technologies émergentes visant la réalisation des fonctions de calcul (nanofils, nanosheets), de mémorisation (MRAM, ReRAM, FeRAM...), ou de communi-

cation (nanophotonique, spin) permettront d'augmenter les performances, l'efficacité énergétique et la robustesse des SOC². Les défis concernent le déploiement de nouveaux paradigmes de calcul (en mémoire, approximé, neuroinspiré), la consommation nécessaire pour le calcul exascale, et les communications du futur (5G et au-delà).

MÉTHODES ET OUTILS

La performance des systèmes du futur ne viendra plus simplement d'un plus grand nombre de ressources mais d'une meilleure utilisation de celles-ci ou de nouveaux paradigmes de calculs. De nouvelles méthodes et outils sont nécessaires pour cela. Les défis concernent l'approche holistique analogique/numérique/logiciel, la simulation multi-physique, et la modélisation en vue de la tolérance aux fautes.

INTELLIGENCE ARTIFICIELLE EMBARQUÉE

Le nombre d'objets connectés collectant des données ne cesse de croître et nécessite le déploiement de plus d'intelligence artificielle (IA) pour être capable de traiter des données de manière autonome en temps réel, d'effectuer un apprentissage automatique et d'appliquer des modèles et des algorithmes d'apprentissage profond. Les défis concernent le calcul à ultra-basse consommation énergétique impliquant les nouvelles technologies et nouveaux paradigmes de calcul.

CONTACTS

Directeur : Ian O'Connor
ian.oconnor@ec-lyon.fr

Sous-directeur : Patrick Girard
patrick.girard@lirmm.fr

Directrice adjointe : Cristell Maneux
cristell.maneux@ims-bordeaux.fr

Directeur adjoint : Sébastien Pillement
sebastien.pillement@univ-nantes.fr

www.gdr-soc.cnrs.fr
Twitter : @GdrSoc2
LinkedIn : GDR SOC2



GDR Groupement
de recherche
**SOC² System On Chip - Systèmes
embarqués et Objets Connectés**

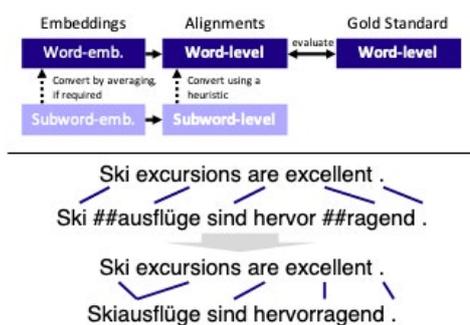
GDR TAL

Aspects computationnels et applicatifs du traitement automatique des langues

OBJECTIFS

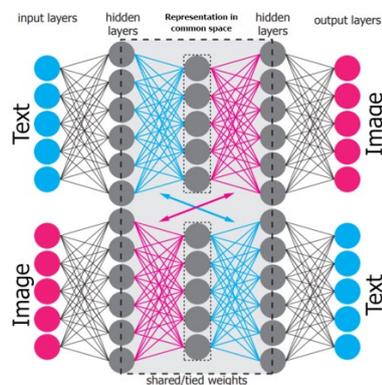
Le traitement automatique des langues (TAL) s'intéresse à la modélisation, au traitement et à l'analyse des productions et processus cognitifs langagiers écrits, oraux et signés: compréhension et production de textes, dialogue, traduction, etc. Comme discipline informatique, il définit des algorithmes, construit des ressources, élabore des outils.

Autour des communautés du traitement automatique des langues, du traitement automatique du langage parlé et de la recherche d'informations, le GDR TAL tisse des liens avec l'ingénierie des connaissances, les neurosciences et sciences cognitives, et les groupes où la linguistique est importante.



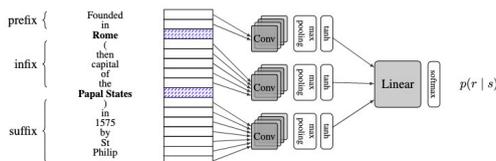
Algorithme d'alignements de mots pour évaluer les traducteurs automatiques

© Masoud Jalili Sabet, Philipp Dufter, François Yvon, Hinrich Schütze / LISN



Encodeurs symétriques pour recherche d'informations multimodales

© Vedran Vukotić, Christian Raymond, Guillaume Gravier / IRISA



Classifieur neuronal de relations entre noms propres

© Étienne Simon, Vincent Guigue, Benjamin Piwowarski / LIP6

7 AXES THÉMATIQUES

- Modèles computationnels de la langue écrite, de la langue orale et de la langue des signes
- Ressources linguistiques (données et outils)
- Apprentissage et modélisation statistique pour le TAL
- Multilinguisme, multiplicité des langues
- Intermodalité et multimodalité
- Sémantique et compréhension
- Accès à l'information et fouille de textes

335 CHERCHEURS
ET CHERCHEUSES
IMPLIQUÉS AU SEIN
DE **19** LABORATOIRES

PROSPECTIVES

AVANCÉES RÉCENTES

Le triptyque apprentissage statistique (en particulier apprentissage profond), données de très grandes tailles, accroissement des moyens de calcul a permis de réaliser un saut qualitatif sans précédent dans le domaine du TAL, en particulier pour ses applications phares : reconnaissance et synthèse de la parole, traduction automatique, dialogue humain-machine. Outre les performances attestées, l'apprentissage neuronal favorise les ponts entre les différents domaines du TAL, par exemple, une meilleure intégration des diverses dimensions linguistiques (morphologie, syntaxe, sémantique, pragmatique). La convergence des modèles et méthodes utilisés permet d'envisager la construction de systèmes multilingues (un seul système pour toutes les langues) et de systèmes multimodaux (texte, son, image, geste), allant du signal au sens en s'appuyant sur des représentations distribuées mono ou multi-modales. L'apprentissage profond conduit aussi au remplacement de chaînes traditionnelles de traitements par des systèmes de bout en bout, nécessitant de repenser la place des connaissances linguistiques.

Par ailleurs, la disponibilité de nombreuses données structurées a conduit à tisser automatiquement des liens entre bases de connaissances et contenus langagiers, le TAL visant à enrichir ces bases mais aussi à les exploiter pour améliorer ses capacités. Cette union connaissances-contenus autorise la naissance de nouveaux champs applicatifs : journalisme des données, vérification des faits, systèmes d'accès généralisé à de l'information...

ENJEUX

- Robustesse pour faire face à la variabilité des données langagières, au grand nombre d'événements rares, et aux changements de contexte.
- Explicabilité pour fournir des garanties (de qualité, de précision, etc.), et mieux contrôler ce qu'apprennent les modèles tout en évitant les décisions inacceptables pour l'utilisateur et la reproduction de biais sociaux.

- Auditabilité pour enregistrer les incertitudes exprimées dans les textes, détecter les biais des données d'apprentissage, ainsi que pour mesurer la perméabilité de l'apprentissage aux connaissances explicites et, réciproquement, arriver à extraire des connaissances explicites à partir des modèles autoconstruits.
- Incrémentalité et dynamique pour opérer avec des horizons courts et corriger les estimations en ligne dans les champs d'application où les données évoluent rapidement, en particulier dans des contextes industriels.
- Responsabilité pour définir une éthique des méthodes et des données du TAL.

Ces enjeux sont au cœur des quatre groupes de travail et actions et du club des partenaires, mis en place au sein du GDR TAL.

CONTACTS

Directrice : Béatrice Daille
beatrice.daille@ls2n.fr

Membres du bureau :

Pascale Sébillot
pascale.sebillot@irisa.fr

Pierre Zweigenbaum
pz@lisn.fr

Géraldine Damnati
geraldine.damnati@orange.com

www.gdr-tal.ls2n.fr



Groupement
de recherche

TAL Traitement automatique
des langues

Photo de couverture : Carte Brownienne de genre 2 © Christian MOREL / IRIF / CNRS Photothèque

INSTITUT DES SCIENCES DE L'INFORMATION ET DE LEURS INTERACTIONS

3, rue Michel-Ange 75016 Paris

www.ins2i.cnrs.fr

Réalisation et mise en page : INS2I Communication

Impression : CNRS DR1 IFSEM secteur de l'imprimé

Novembre 2021