

Centre automatique et systèmes (MINES ParisTech – CAS)

Directeur : Nicolas PETIT

Téléphone 01 40 51 93 30

Courriel nicolas.petit@mines-paristech.fr

Web et publications
<http://www.mines-paristech.fr/Fr/CAS>

Enseignants chercheurs	6
Autres personnels	1
Doctorants MINES ParisTech	15
Doctorant autre établissement	1

Le Centre Automatique et Systèmes (CAS) s'intéresse au contrôle de systèmes de toutes natures (systèmes mécaniques, chimiques, électrotechniques, aéronautiques, mécatroniques, automobiles, pétroliers, énergétiques...). Notre spécialité est la conception d'algorithmes de contrôle et de filtrage qui garantissent un comportement dynamique spécifié à l'avance. Les méthodes mises en œuvre se rattachent aux sciences physiques et mathématiques (théorie du contrôle, stabilisation, identification et modélisation, systèmes dynamiques, optimisation...). Les activités du CAS s'articulent autour de la recherche scientifique académique, de collaborations directes avec l'industrie, de l'enseignement (cours à l'École et Cycle doctoral), et de l'encadrement de thèses.



Formation

Les activités du CAS en matière de formation comportent trois volets :

- cours à l'École et dans plusieurs écoles d'ingénieurs et masters ;
- encadrement des doctorants préparant le doctorat *Mathématiques et automatique* de MINES ParisTech ;
- participation à des formations spécialisées : séminaires internationaux, cours invités à l'étranger.

Liste des principaux cours

MINES ParisTech

- cours d'Automatique du tronc commun (Nicolas Petit, Pierre Rouchon) et petites classes (Florent Di Meglio) ;
- enseignement spécialisé *Cryptographie et théorie des nombres* (Pierre Rouchon) ;
- enseignement spécialisé *Optimisation* (Nicolas Petit) ;
- participation au cours *Introduction au calcul scientifique* (Laurent Praly) ;

- participation aux projets *Mécatronique* (Pierre-Jean Bristeau, Jean Lévine, Philippe Martin, Nicolas Petit) ;
- participation à l'enseignement spécialisé de *Traitement du Signal* (François Chaplais).

ENSTA ParisTech

- cours d'Automatique de 2^e année (Nicolas Petit) et petites classes (Pierre-Jean Bristeau, Eric Dorveaux) ;
- cours spécialisés de 3^e année de Stabilisation par feedback (Laurent Praly).

École polytechnique

- enseignement en Modules expérimentaux autonomes (Nicolas Petit).

École centrale Paris

- cours d'Automatique du tronc commun (Philippe Martin) et petites classes (Caroline Claasen et Éric Dorveaux).

Masters recherche

- Master MVA ENS Cachan : cours *Contrôle non-linéaire* (Pierre Rouchon) ;
- Master IST, Université Paris-Sud :
 - cours *Introduction à la commande des systèmes non-linéaires* (Jean Lévine) ;
 - cours *Stabilisation non-linéaire* (Laurent Praly) ;
 - cours de *Stabilité* (Laurent Praly).

Cours doctoraux à MINES ParisTech

- Commande adaptative (Laurent Praly) ;
- Systèmes différentiellement plats (Jean Lévine) ;
- Stabilisation (Laurent Praly) ;
- Stabilité (Laurent Praly).



Recherche

Plusieurs axes de recherches en Automatique ont été fondés au laboratoire :

- les systèmes plats (differentially flat systems) pour les systèmes régis par des équations différentielles ordinaires, et les équations aux dérivées partielles ;
- la stabilisation par retour de sortie et les observateurs non-linéaires par ajout d'intégrateurs (forwarding).

Le CAS a aussi des contributions dans les domaines suivants :

- contrôle d'écoulements multiphasiques ;
- contrôle de moteurs à combustion interne et leurs systèmes de dépollution ;

- contrôle de moteurs électriques synchrones et asynchrones;
- contrôle de procédés de raffinage, chimie, pétrochimie;
- contrôle de systèmes quantiques;
- optimisation par inversion dynamique et trajectographie;
- optimisation de systèmes énergétiques;
- pilotage/guidage en aéronautique;
- robotique expérimentale, drones, systèmes embarqués;
- systèmes de navigation;
- traitement de signal, filtrage et fusion de capteurs

- Pôle System@tic, projet LOCINDOOR (Localisation indoor par magnétométrie);
- Schneider-Toshiba Inverter (commande « sans capteur » de moteurs électriques);
- Statoil (modélisation et contrôle d'écoulements multiphasiques dans les puits pétroliers);
- Sysnav (navigation pour le forage pétrolier MWD);
- Total (commande d'écoulements en gas-lift, commande de procédés de raffinage, blending, commande de réacteurs de polymérisation).

Collaborations industrielles

Les collaborations industrielles sont effectuées dans le cadre de contrats de recherche Armines et portent sur des problèmes concrets définis avec nos partenaires. Cette « recherche partenariale » permet de confronter nos travaux théoriques à des cas réels tout en développant une expertise recherchée. Elle constitue une source permanente de renouvellement de nos problématiques scientifiques.

Nos principaux partenaires industriels :

- Air Liquide (contrôle d'unités autonomes de production de gaz à haute pureté);
- AXA (Capteur de mouvement « intelligent » pour la chirurgie prothétique);
- DGA/LRBA (contrôle coopératif de drones);
- EDF (optimisation multi-énergie pour les bâtiments d'habitation);
- IFP (commande de combustion dans les moteurs diesel et essence, positionnement de tête de riser, systèmes de post-traitement des gaz d'échappement);

Plusieurs algorithmes de commande, directement issus de collaborations du CAS, sont utilisés dans l'industrie depuis de nombreuses années: conduite en qualité d'unité de distillation (logiciel Colbin installé sur plus de 30 procédés, Total), conduite avancée d'unités de polymères (Total Petrochemicals), commande et optimisation temps-réel de mélange en raffinerie (logiciel Anamel V4 et V5, utilisé dans 8 raffineries du groupe Total), variateurs de vitesse « sans capteur » pour moteur électrique asynchrone (Schneider Inverter), système de positionnement de précision anti-vibration Base-Stop (Newport).

Le laboratoire a participé à la création d'une startup, SYSSNAV, spécialisée dans la conception de systèmes de localisation sans GPS, employant aujourd'hui 10 ingénieurs ou docteurs-ingénieurs, lauréat du concours OSEO 2009, et du prix de l'ingénieur de l'année décerné par l'Usine Nouvelle en 2010. SYSSNAV est aujourd'hui un partenaire avec lequel le CAS adresse de manière coordonnée des problématiques applicatives nouvelles.

L'AR.Drone : produit de la recherche partenariale



L'AR.Drone, jeu vidéo volant, consacre un creuset de technologies proposées pour la première fois au grand public. Ce quad-rotor, réalisé par la Société Parrot, a bénéficié d'un partenariat en recherche et développement avec la startup Sysnav et le Centre automatique et systèmes (CAS) de MINES ParisTech.

L'incroyable stabilité de cet appareil, sa maniabilité et sa technologie de navigation/positionnement ont tiré pleinement profit de cette rencontre.



L'AR.Drone a été présenté au CeBIT 2010 et à l'exposition célébrant 200 ans d'histoire du corps des Mines.