



Direction de la Recherche Technologique  
Département des Technologies des Systèmes Intelligents  
Service Architectures et Conception



**list**

# Laboratoire Système de Vision Embarqués

**CEA/SACLAY**  
DEPARTEMENT DES TECHNOLOGIES DES SYSTEMES INTELLIGENTS  
SERVICE ARCHITECTURES ET CONCEPTION

## Stages 2010

## Le CEA : un acteur clef de la recherche technologique

Acteur majeur en matière de recherche, de développement et d'innovation, le CEA intervient dans trois grands domaines : l'énergie, les technologies pour l'information et la santé, la défense et la sécurité; en s'appuyant sur une recherche fondamentale d'excellence.



### Le LIST, Laboratoire d'Intégration des Systèmes et des Technologies

Situé en île de France sud (Saclay et Fontenay aux Roses), le LIST est un centre de recherche technologique sur les systèmes à logiciel prépondérant organisé selon trois thématiques :

- les Systèmes Interactifs (robotique, réalité virtuelle et interfaces sensorielles);
- les Capteurs et le traitement du signal (instrumentation et métrologie, capteurs);
- les Systèmes Embarqués (conception de systèmes, systèmes de vision intelligents) ;

Fort de la culture projet de ses 450 chercheurs, ingénieurs et techniciens, le LIST mène ses recherches en partenariat avec les grands acteurs industriels du nucléaire, de l'automobile, de l'aéronautique, de la défense et du médical pour étudier et développer des solutions innovantes adaptées à leurs besoins.

### ***Le Laboratoire Systèmes de Vision Embarqués (LSVE)***

Le laboratoire LSVE s'inscrit dans la thématique Systèmes Embarqués du LIST. Ses travaux de recherche relèvent du domaine de la vision artificielle et portent sur l'interprétation vidéo et la perception 3D.

Des thématiques, telles que la vidéo assistance, la vidéo surveillance, la localisation 3D et la réalité augmentée, constituent l'essentiel des domaines explorés actuellement.

Fortement lié au monde industriel à travers de nombreux projets européens et nationaux ainsi que des contrats directs, le LSVE s'attache aussi à maintenir des liens forts avec des laboratoires universitaires renommés de son domaine d'activité.

#### **Chiffres clefs CEA:**

- 15 332 salariés, sur 9 centres de recherche,
- 13,3 milliards d'euros de budget,
- 351 accords de licences,
- 2203 brevets en vigueur,
- 97 nouvelles entreprises depuis 1984.

#### **Chiffres clefs LSVE:**

- 20 chercheurs et ingénieurs,
- 10 doctorants,
- 2 start-ups créées,
- 15 projets en cours avec des partenaires industriels.

## STAGE N°1 DU LABORATOIRE SYSTÈMES DE VISION EMBARQUÉS

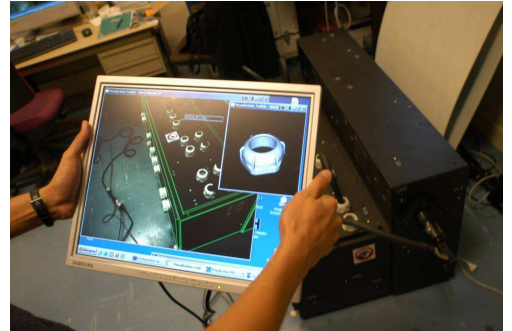
### Développement d'un démonstrateur de réalité augmentée

Ce stage s'inscrit dans les activités Localisation 3D du Laboratoire Systèmes de Vision Embarqués du CEA List de Saclay (91).

#### Contexte du stage:

Le développement de l'accès à l'information nécessite de nouveaux modes de restitution de celle-ci. La réalité augmentée (ou R.A.) offre une solution à la fois efficace et ergonomique. Elle consiste à insérer, en temps réel, des éléments virtuels (texte, vidéo, objets 3D) dans le champ de vision d'un opérateur humain.

Ce type de dispositifs offre un large éventail d'applications allant de l'aide à la navigation à l'assistance dans l'exécution de tâches complexes, et couvrant des domaines aussi variés que les milieux industriels (eg. aide à la maintenance), médicales (eg. visualisation des organes d'un patient lors d'une opération chirurgicale) ou encore le divertissement (jeux vidéos, parcs d'attraction).



**R.A. en milieu industriel  
(video see-through)**

#### Objectif du stage:



**Lunettes stéréoscopiques  
pour la R.A.  
(optical see-through)**

L'objectif de ce stage est de développer un démonstrateur de réalité augmentée à l'aide des algorithmes de localisation 3D développés au sein du laboratoire. L'étudiant pourra s'appuyer sur l'expérience du laboratoire en ce domaine ainsi que sur d'anciens démonstrateurs.

Afin d'obtenir les performances et la qualité visuelle souhaitée, le démonstrateur s'appuiera sur le moteur de rendu Ogre3D. Les fonctionnalités avancées de ce moteur de rendu (animations, interactions, interface avec les outils de modélisations 3D, ...) permettront de mettre en œuvre une iconographie et des scénarios plus évolués que les précédents démonstrateurs.

D'autre part, le démonstrateur devra prendre en compte les différents modes de restitution possibles :

- vidéo see-through: c'est-à-dire en projetant sur un écran LCD l'image capturée par une caméra et dans laquelle des éléments virtuels ont été insérés.
- optical see-through: c'est-à-dire en projetant l'image des objets virtuels à la surface de lunettes semi-transparentes.

Dans le cas video see-through, les distorsions induites par les optiques de la caméra devront être prises en compte lors de l'insertion des éléments virtuels dans l'image (correction en distorsion de l'image capturée ou distorsion des éléments virtuels avant insertion). La solution développée devra prendre en compte les impératifs de temps réel du système.

Dans le cas optical see-through, le temps de latence induit par le système de localisation 3D et le temps de calcul de l'image de synthèse entraînent des désagréments visuels : le



Direction de la Recherche Technologique  
Département des Technologies des Systèmes Intelligents  
Service Architectures et Conception



déplacement de l'utilisateur pendant le temps de latence entraîne un mauvais alignement des éléments virtuels avec son champ visuel. Pour réduire l'impact de ce temps de latence, le mouvement effectué par l'utilisateur sera mesuré par une centrale inertielle et la vue de synthèse corrigée en conséquence.

Dans les deux cas de figure, l'usage de lunettes binoculaires devra être envisagé. Le démonstrateur devra donc intégrer un mode de rendu stéréoscopique.

L'étudiant devra disposer de bonnes connaissances en programmation C++. Une expérience en programmation d'environnement 3D temps réel (jeux 3D, réalité virtuelle,...), ainsi que des connaissances en mathématiques appliqués et calculs numériques seront des atouts supplémentaires.

**Niveau demandé : Ingénieur, Master 2**

*Ce stage ouvre la possibilité de poursuite en thèse dans notre laboratoire.*

**Durée :** 6 mois

**Indemnités de stage :** à définir entre 700 € et 1300 € suivant la formation.

**Compétences :** programmation C++, moteur de rendu, mathématiques appliquées.

**Contact :** Romain Dupont  
01.69.08.91.22  
romain.dupont (at) cea.fr

## STAGE N°2 DU LABORATOIRE SYSTÈMES DE VISION EMBARQUÉS

### Développement d'une application de réalité augmentée sur smartphone (iPhone)

Ce stage s'inscrit dans les activités Localisation 3D du Laboratoire Systèmes de Vision Embarqués du CEA List de Saclay (91).

#### Contexte du stage:

Le développement de l'accès à l'information nécessite de nouveaux modes de restitution de celle-ci. La réalité augmentée (ou R.A.) offre une solution à la fois efficace et ergonomique. Elle consiste à insérer, en temps réel, des éléments virtuels (texte, vidéo, objets 3D) dans le champs de vision d'un opérateur humain.

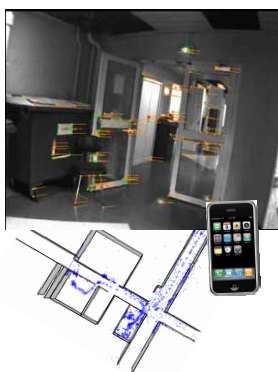
Les architectures embarquées étant de plus en plus performantes, il devient aujourd'hui possible de développer de telles applications pour le grand public sur les plus récents smartphones.

#### Objectif du stage:

L'objectif de ce stage est donc de développer une application de réalité augmentée sur un iPhone 3GS.

L'étudiant aura à charge d'adapter et d'optimiser les algorithmes de localisation 3D développés au sein du laboratoire afin d'atteindre des fonctionnements temps réel.

La caméra de l'iPhone sera bien sûr exploitée, mais les autres capteurs pourront également être testés pour compléter ou apporter de la robustesse à l'application.



L'étudiant devra disposer de bonnes connaissances en programmation C++ et de bonnes notions en architecture embarquée. Des connaissances en mathématiques appliqués et calculs numériques, ainsi que des environnements de développement Macintosh seront des atouts supplémentaires.

#### **Niveau demandé : Ingénieur, Master 2**

*Ce stage ouvre la possibilité de poursuite en thèse dans notre laboratoire.*

**Durée :** 6 mois

**Indemnités de stage :** à définir entre 700 € et 1300 € suivant la formation.

**Compétences :** programmation C++, mathématiques appliquées, architecture embarquée.

**Contact :** Romain Dupont  
01.69.08.91.22  
romain.dupont (at) cea.fr



## STAGE N°3 DU LABORATOIRE SYSTÈMES DE VISION EMBARQUÉS

### ***Localisation temps réel par stéréovision***

Le laboratoire LSVE a développé une expertise sur les méthodes de localisation et cartographie simultanée par vision en utilisant une seule caméra. Ces méthodes permettent de localiser à chaque instant une caméra mobile dans un environnement inconnu. Nous souhaitons faire évoluer ce système pour le rendre opérationnel sur de longues distances (plusieurs dizaines de kms). Aujourd'hui, l'un des principaux verrous à lever est la dérive spatiale liée à l'accumulation d'erreurs numériques au fil du temps. Nous étudions ainsi la possibilité d'intégrer une seconde caméra qui permettrait de réduire considérablement cette dérive et d'accroître par la même occasion la robustesse du système de localisation.

Les applications visées sont notamment la génération de modèles tridimensionnels de haute qualité de l'environnement (cartographie 3D) ou le guidage de personnes dans des environnements hétéroclites (aéroport, gare, installations industrielles). D'autres applications non moins essentielles sont aussi visées telles que les applications de réalité augmentée où des informations visuelles sont superposées sur les images réelles, nécessitant la connaissance précise de la position et de l'orientation de la caméra à chaque instant (assistance à la maintenance, tourisme virtuel, jeux...). Le laboratoire possède un casque de réalité virtuelle permettant de valider *in situ* les systèmes développés.

Le stage consistera à proposer et mettre en œuvre un ensemble de nouvelles méthodes en s'appuyant sur le système actuel de localisation et de cartographie, permettant d'exploiter pleinement les données issues des deux caméras afin d'obtenir des résultats plus précis et robustes.

L'étudiant devra avoir des compétences en vision par ordinateur, mathématiques appliquées (algèbre linéaire et optimisation numérique notamment) et programmation objet C++.

### **Niveau demandé : Ingénieur, Master 2**

*Ce stage ouvre la possibilité de poursuite en thèse dans notre laboratoire.*

**Durée :** 6 mois

**Indemnités de stage :** à définir entre 700 € et 1300 € mensuel suivant la formation.

**Compétences :** Mathématiques appliquées, vision par ordinateur, C++ bon niveau.

**Contact :** Romain Dupont  
01.69.08.91.22  
romain.dupont (at) cea.fr

## STAGE N°4 DU LABORATOIRE SYSTÈMES DE VISION EMBARQUÉS

### Détection de personnes dans les environnements industriels

Ce stage s'inscrit dans les activités sécurité du Laboratoire Systèmes de Vision Embarqués (LSVE) du CEA LIST de Saclay (91). Le CEA List développe des technologies dans le domaine de la sécurité et des transports en collaboration avec les industriels majeurs du domaine.

Le laboratoire a développé un fort savoir-faire en détection de personne dans les flux vidéo basé sur la reconnaissance des formes[1]. Le domaine principal d'application est l'assistance au conducteur dans le contexte automobile, afin de réduire les risques de collision véhicule/piéton. Sur ce sujet Le laboratoire est impliqué dans le projet ANR Love (<http://love.univ-bpclermont.fr>).



Détection de personne dans le contexte routier : Infrarouge (gauche), visible (droite)

Notre objectif est d'étendre cette fonctionnalité en développant une brique de détection de personnes dans les environnements industriels. La détection des personnes est la brique élémentaire permettant d'envisager des opérations de sécurisation (contrôle d'accès, gestion sur zones dangereuses), optimisation de l'énergie et de la gestion des flux. Cette tâche est rendue difficile par la complexité et la variété des environnements, qui vont engendrer des occultations, de forts risques de fausses alarmes (richesse du fond de la scène).

Dans le stage il va s'agir de définir une approche globale permettant d'appréhender une large gamme d'environnement (usine, entrepôt, bureaux ...). A partir des détecteurs existants, une méthode d'apprentissage en ligne permettra de mettre à jour le système de détection afin de mieux prendre en compte le contexte incluant l'environnement, la densité de personnes, la position de la caméra. L'objectif du stage est de proposer une méthodologie minimisant au maximum l'intervention de l'opérateur durant cette phase d'apprentissage. Idéalement, cet apprentissage en ligne sera poursuivi au cours du temps et devra donc être totalement automatique..

[1] Détection temps-réel de piétons en milieu urbain Julien Begard, Nicolas Allezard and Patrick Sayd. In *RFIA - Reconnaissance de Forme et Intelligence Artificielle*, 2008.



Direction de la Recherche Technologique  
Département des Technologies des Systèmes Intelligents  
Service Architectures et Conception



**Niveau demandé : Ingénieur, Master 2**

*Ce stage ouvre la possibilité de poursuite en thèse dans notre laboratoire.*

**Durée** : 5 mois minimum

**Indemnités de stage** : à définir entre 700 € et 1300 € mensuel suivant la formation.

**Compétences** : traitement d'images / vision, programmation C++

Des compétences en reconnaissance de forme/classification serait un plus.

**Contact** : Romain Dupont

01.69.08.91.22

romain.dupont (at) cea.fr



## STAGE N°5 DU LABORATOIRE SYSTÈMES DE VISION EMBARQUÉS

### Soustraction de fond utilisant un critère temporel

Ce stage s'inscrit dans les activités d'Analyse Vidéo du Laboratoire Systèmes de Vision Embarqués du CEA LIST de Saclay (91).

#### Contexte du stage:

Les algorithmes d'analyse vidéo développés dans le Laboratoire LSVE font souvent appel à une étape de soustraction de fond, afin de discriminer les zones d'intérêt (cibles mobiles telles que les personnes) du fond.

Si ce dernier possède généralement des caractéristiques plus stationnaires que les cibles, il reste néanmoins soumis, dans un contexte réel, à des fluctuations liées à des perturbations telles que le bruit, les vibrations et surtout les changements de lumière ambiante qui peuvent prendre une ampleur importante en environnement extérieur ou mobile (trains, bus...).

Les descripteurs utilisés au Laboratoire pour adresser cette étape de soustraction de fond sont essentiellement basés sur une analyse statistique spatiale (intra-image), exploitant notamment des informations colorimétriques, de contour ou de texture.

#### Objectif du stage:

Le but du stage est d'étudier et évaluer les apports potentiels liés à l'intégration d'une composante de nature temporelle pour la soustraction de fond. En particulier, il s'agit de caractériser la nature de cette information (par exemple, gradient temporel) ainsi que d'intégrer au mieux sa contribution dans la soustraction de fond (par exemple: concaténation avec les informations spatiales dans le descripteur, ou mise en cascade, ou décision en parallèle...).

La conception algorithmique se basera sur une étude bibliographique préalable liée à cet aspect temporel, et l'évaluation sera réalisée dans différents contextes applicatifs liés aux projets (avec acquisitions vidéos réelles associées) dans lesquels le Laboratoire est impliqué.

#### **Niveau demandé : *Ingénieur (3<sup>è</sup> année) ou Master 2 Recherche***

avec une dominante en traitement d'image, vision

**Durée :** 5 mois minimum

**Compétences :** traitement d'images / vision, programmation C++

**Indemnités de stage :** à définir entre 700 € et 1300 € mensuel suivant la formation.

**Contact :** Romain Dupont

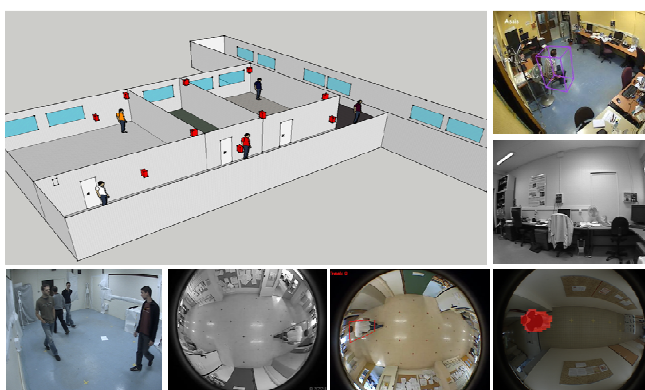
01.69.08.91.22

romain.dupont (at) cea.fr

## STAGE N°6 DU LABORATOIRE SYSTÈMES DE VISION EMBARQUÉS

### *Outils de déploiement de réseaux de caméras*

Ce stage s'inscrit dans les activités Analyse de Scène du Laboratoire Systèmes de Vision Embarqués du CEA List de Saclay (91). Le laboratoire développe dans le cadre de projets R&D des systèmes d'analyse vidéo automatique en temps réel intégrant des techniques évoluées de modélisation du fond, de détection, de localisation et de suivi temporel d'objets/de personnes dans un environnement. De nombreux projets prévoient la surveillance de bâtiments complets, de gares ou de parkings. Pour une infrastructure de ce type, il est indispensable de concevoir des systèmes comprenant un grand nombre de capteurs vidéo répartis dans l'espace et mis en réseau. Pour exemple, le CEA envisage l'installation de deux réseaux d'une trentaine de caméras pour couvrir ces bureaux et ceux de ces partenaires industriels.



Réseau de vidéo surveillance dans un bâtiment CEA

Le laboratoire a pour objectif, à court terme, de fournir la localisation et le suivi temporel d'objets/de personnes dans ces environnements. Pour ces applications, remonter à une information dans une modélisation 3D du bâtiment permet de rendre les outils plus performants et plus robustes. Pour se faire, il est nécessaire de calibrer le système de vision : estimer les positions et orientations des caméras vis-à-vis du modèle de l'infrastructure. D'un point de vue industriel, la complexité (besoin en temps, en compétences des personnels et en matériel) de cette phase de calibrage va déterminer la viabilité d'une solution.

L'objectif du stage est de proposer une solution de calibrage innovante répondant aux contraintes de déploiement des grands réseaux de caméras avec champs joints et disjoints, en intérieur, voir en extérieur. Dans ce cas, il n'est pas toujours possible de partager une information commune (par exemple l'image d'une mire vue par 2 caméras du réseau) sans ajouter des vues intermédiaire comblant les zones non-couvertes par le réseau. Pour limiter au maximum toute contrainte d'utilisation, la nouvelle approche s'appuiera sur la reconstruction de trajectoires d'objets mobiles.

Le challenge consistera donc à proposer une solution rapide et simple d'utilisation permettant d'obtenir un niveau de précision compatible avec les applications de vidéosurveillance.

**Niveau demandé : Ingénieur (3<sup>è</sup> année) ou Master 2 Recherche**

avec une spécialisation en traitement d'image, vision

**Durée : 6 mois**

**Rémunération** : entre 700 € et 1300 € suivant la formation.

**Compétences** : Vision par ordinateur, traitement d'images, mathématiques appliquées, programmation C++

**Contact** : Romain Dupont  
01.69.08.91.22  
romain.dupont (at) cea.fr

## STAGE N°7 DU LABORATOIRE SYSTÈMES DE VISION EMBARQUÉS

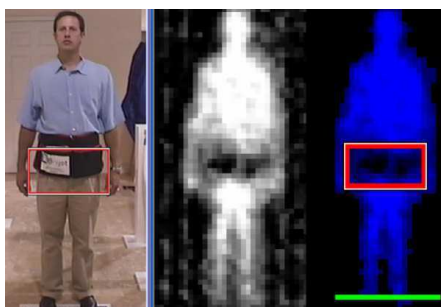
### Détection d'objets dans les images millimétriques

Ce stage s'inscrit dans les activités sécurité du Laboratoire Systèmes de Vision Embarqués (LSVE) du CEA LIST de Saclay (91). Le CEA List développe des technologies dans le domaine de la sécurité en collaboration avec les industriels majeurs du domaine. En particulier, les équipes du LSVE sont au cœur du Vision Lab, laboratoire commun CEA/Thales sur les thématiques liées à la vidéosurveillance.

Les technologies développées dans ce stage concernent les techniques de classification d'objets appliqués aux images de capteurs millimétriques actifs et passifs. Ces technologies doivent permettre de détecter les objets portés par une personne. Ces capteurs sont envisagés pour protéger les sites à accès restreint (transports, infrastructures critiques...).

Il est intéressant d'ajouter à ces capteurs une étape d'interprétation des images délivrées afin d'assister l'opérateur en charge de la surveillance ou même de permettre un contrôle automatisé.

Il s'agira pour le stagiaire de développer dans un premier temps les techniques de filtrage permettant d'améliorer le rendu de ces images facilitant la seconde tâche consistant à proposer des outils de détection d'objets plus performant que l'existant. Dans un second temps, le stagiaire s'intéressera à la classification des objets qui va réduire le taux de fausses alarmes et préciser la nature de l'objet porté par la personne. Ainsi, les objets détectés seront classés en fonction de leur dangerosité ou de leur nature (arme, explosif).



Images du capteur millimétrique passif et détection d'objets.

La conception algorithmique se basera sur une étude bibliographique et l'évaluation sera réalisée à partir de données réelles issues du projet dans lequel le laboratoire est impliqué.

**Niveau demandé : Ingénieur (3<sup>è</sup> année) ou Master 2 Recherche**  
avec une spécialisation en traitement d'image, vision

**Durée :** 5 mois minimum

**Compétences :** traitement d'images / vision, programmation C++

Des compétences en reconnaissance de forme/classification seraient un plus.

**Indemnités de stage :** à définir entre 700 € et 1300 € mensuel suivant la formation.

**Contact :** Romain Dupont  
01.69.08.91.22  
romain.dupont (at) cea.fr

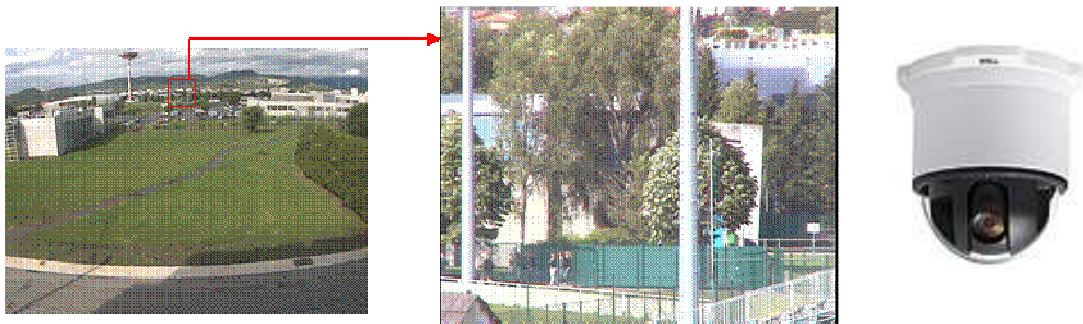
## STAGE N°8 DU LABORATOIRE SYSTÈMES DE VISION EMBARQUÉS

### *Réseaux de caméras PTZ pour la vidéosurveillance*

Ce stage s'inscrit dans les activités Analyse de Scène du Laboratoire Systèmes de Vision Embarqués du CEA List de Saclay (91).

La banalisation de la vidéo surveillance des lieux publics engendre une forte augmentation des espaces à surveiller qui, couplée à des besoins en résolution toujours plus grand (reconnaissance de visage, de gestes, d'action...), fait exploser le nombre de capteurs à installer, gérer et entretenir. Toutefois, l'utilisation de caméras dont l'orientation et le zoom peuvent être commandées (Pan-Tilt-Zoom caméra) permet de réduire drastiquement ce nombre.

Si leur usage est plus ou moins maîtrisé par les opérateurs de vidéosurveillance, l'automatisation de leur utilisation reste un challenge technique en raison notamment des problèmes de commandes, de calibration [1] ou encore de vitesse de fonctionnement.



Dans le cadre d'un projet européen, le laboratoire développe un système de surveillance de lieu public combinant plusieurs PTZ. Les différents points de vue permettent d'être plus robuste aux occultations et de proposer plusieurs images d'un même objet ou zone d'intérêt. La focalisation des différents capteurs sur une même objet requiert un calibrage préalable du système qui permettra de replacer l'information issue de chaque capteur dans un repère global, indispensable pour réaliser la fusion des informations. Cette approche apportera robustesse et précision aux algorithmes de suivi ou d'interprétation.

Dans ce contexte, le stage va consister à contribuer aux algorithmes de mise en correspondance entre images issues de plusieurs caméra PTZ. Le stage explorera les solutions permettant d'identifier divers objets observés selon des points de vue différents et de les situer dans l'espace.

Les algorithmes développés devront respecter la contrainte de temps réel inhérente au système intégrant des caméras dynamiques et leurs performances seront évaluées sur la plateforme de démonstration installée au laboratoire.

[1] Camera-to-Camera Mapping for Hybrid Pan-Tilt-Zoom Sensors calibration, J.Badri, C.Tilmant, J.-M.Lavest, Q.-C.Pham, P.Sayd, in SCIA, 2007.

### **Niveau demandé : Ingénieur (3<sup>è</sup> année) ou Master 2 Recherche**

avec une spécialisation en traitement d'image, vision

**Durée :** 5 mois minimum

**Compétences :** traitement d'images / vision, programmation C++

Des compétences en reconnaissance de forme/classification serait un plus.

**Indemnités de stage :** à définir entre 700 € et 1300 € mensuel suivant la formation.

**Contact :** Romain Dupont  
01.69.08.91.22  
romain.dupont (at) cea.fr