

Fiche de demande de soutien Com2I

Nom du projet :

PICASO, pour *Plateforme d'Intégration de Capteurs multi-senS Oriels*

Responsable LAAS : M.DEVY (RIA) et JY.FOURNIOLS (MIS)

Groupe(s) concerné(s) : RIA et MIS

Chercheurs impliqués et pourcentage d'implication :

Permanents :	
Michel DEVY, RIA	20%
Jean- Yves FOURNIOLS, MIS	20%
Thierry SENTENAC, RIA (EMAC, chercheur associé LAAS)	10%
Jean-Louis BOIZARD (LAMI, futur chercheur associé LAAS)	40%
Doctorants et autres :	
Abdelelah Naoulou, doctorant MIS, début 2 ^{ième} année	100%- ...
Joan SOLA, doctorant RST/RIA, début 2 ^{ième} année	10%

Objectifs du projet:

Les enjeux scientifiques du projet concernent le conditionnement matriciel de capteurs intégrés, le traitement et la fusion d'images multi spectrales.

L'objectif à terme est la réalisation d'un démonstrateur d'une caméra multi spectrale (Infra Rouge dans la bande 9-12 μ m, noté ci-après FIR- et visible dans la bande 0,4-1 μ m), intégrant dans sa version standard, trois têtes optiques et plusieurs cartes numériques (FPGA) sur lesquelles pourront s'exécuter des algorithmes de traitement du signal, de stéréovision et de fusion multi spectrale. La sortie de ce capteur, dans sa version standard, sera

- En mode périodique (temps réel), pour chaque acquisition, des résultats de traitements liés à une application, par exemple, état des obstacles détectés depuis un véhicule en milieu routier ;
- En mode serveur, pour une acquisition, une image 3D, dans laquelle pour chaque pixel seront disponibles la position (X,Y,Z) et la température T.

Vu les performances actuelles des modules logiciels de vision 3D temps réel (détection d'obstacles à faible résolution à la fréquence vidéo, soit 25 ou 50Hz), la performance visée pour le mode temps réel, est **100Hz**, avec une résolution restant à définir.

Fiche de demande de soutien Com2I

L'architecture matérielle et logicielle du capteur, devra être suffisamment modulaire pour permettre la réalisation de configurations dédiées, comme par exemple :

- une version IR seule, dédiée par exemple à la surveillance d'environnements
- une version stéréo seule, dédiée par exemple à la détection d'obstacles depuis un véhicule,
- une version IR/stéréo avec des traitements adaptés à la détection d'objets enfouis depuis des vues aériennes (démunage).

Le projet dans son ensemble comporte plusieurs volets de nature très différente:

- Intégration matérielle (groupes MIS et RIA)
 - Réalisation du démonstrateur
 - Développement d'architectures mixtes pour le traitement du signal
 - Implantation d'algorithmes sur ces architectures mixtes
- Algorithmique (groupes RST et RIA):
- Applications (groupes RIA, MIS et RST)

Comme en 2003-2004, cette demande de soutien II concerne le volet «Intégration matérielle ». Les travaux algorithmiques sont pris en charge par RIA et RST ; les travaux sur le volet « Applications » n'interviendront que dans la troisième année du projet.

Dans le volet «Intégration matérielle », le projet PICASO se déroule en plusieurs étapes, ponctuées chacune d'une instance matérielle :

phase A0 (fin : Mars2004): mise à disposition d'une plateforme «éclatée », intégrant de manière rigide trois caméras (caméra FIR et deux caméras CMOS dans le visible), connectées à un ordinateur pour pouvoir depuis Labwindows CVI,

- acquérir des séquences d'images utiles pour les travaux du volet « Algorithmique »
- fournir des résultats de référence des algorithmes ;

phase A1 (fin : Mars 2005): développement d'une plate-forme matérielle temps réel «sur table » , basée sur des kits d'évaluation ALTERA interfacés avec les caméras FIR et CMOS intégrées de manière rigide en phase A0. L'objectif est le portage sur FPGA des algorithmes (stéréo, estimation, fusion...), puis le dimensionnement précis (nombre de portes sur les composants FPGA, capacité mémoire...) de cartes dédiées pour ces traitements.

phase B (fin : Octobre 2005): développement d'un boîtier PICASO intégré permettant le traitement temps réel des données, et relié à un ordinateur par une liaison standard, typiquement USB2. L'objectif est d'obtenir des performances supérieures aux modules purement logiciels existants, tout en minimisant les besoins en énergie, le poids et le volume, afin de pouvoir monter un tel boîtier intégré sur un engin (véhicule, robot, dirigeable ou drone) pour traiter les données acquises par des caméras indépendantes (caméra FIR développée au LAAS ou caméras CMOS sur étage), déportées à plusieurs mètres du boîtier (stéréo large base par exemple).

Fiche de demande de soutien Com2I

phase C (fin : Mars 2006): développement d'une caméra PICASO intégré permettant l'acquisition et le traitement temps réel des données. L'objectif est d'intégrer matrices photosensibles (FIR et CMOS) et cartes de traitement dans un même équipement. Les capteurs seront rigidement liés ; la distance entre les centres optiques restera faible (de 10 à 20cm) pour garder la compacité de la caméra.

Durant l'année 2003-2004, le soutien II a concerné les phases A0 et A1 :

- Réalisation d'un banc rigide portant deux caméras CMOS et une caméra FIR
- Réalisation d'interfaces pour lier ce banc à un kit d'évaluation ALTERA

Positionnement du projet dans la prospective scientifique du laboratoire :

projet interne du LAAS-CNRS, retenu en Septembre 2003, impliquant les groupes de recherche RIA, MIS et RST et le service II.

Ce projet, s'il réussit (et il va réussir ...), montrera la capacité du LAAS-CNRS de réaliser des prototypes viables de dispositifs électroniques intégrés. Il doit permettre aux chercheurs et Its qui y participent, d'acquérir des compétences fortes en électronique numérique et en algorithmique temps réel. Enfin, il doit nous permettre d'avancer sur un thème de recherche déjà effleuré dans RIA (thèse de V.Reboul et N.Arana) : le portage d'algorithmes complexes sur des composants permettant la mise en œuvre de traitements parallèles.

Le résultat doit être un prototype matériel, la caméra et/ou le boîtier de traitement PICASO, qu'il nous reviendra de valoriser dans divers contextes applicatifs. Nous allons d'ores et déjà coopérer (via, espérons-le, un projet Région) avec des partenaires industriels.

Contexte et partenaires externes (académiques ou industriels) éventuels :

Un projet région connexe au projet PICASO, a été soumis à l'appel d'offre 2004-2005. Il s'agit de réaliser des instances du prototype PICASO, dédiées aux applications sur véhicule intelligent ou sur la surveillance de procédés industriels. La réponse sera connue en principe vers le 9 Juillet.

Les partenaires extérieurs sont

- Le laboratoire CroMep de l'Ecole des Mines d'Albi-Carmaux (JJ.Orteu et T.Sentenac), qui traiterait de vision FIR pour des applications de surveillance de procédés industriels.
- La PME Delta Technologies Sud Ouest (P.Fillatreau), qui a développé la caméra Cédipe, intégrant un capteur matriciel CMOS, une carte de traitement FPGA et une carte de communication via USB2. Nous pourrions donc bénéficier de l'expérience DTSSO sur le portage d'algorithmes sur FPGA, l'intégration de capteur CMOS et la liaison USB2. De son côté, DTSSO est intéressée par les applications de la stéréovision temps réel.
- La compagnie Siemens VDO (S.Boverie), qui pourraient évaluer le prototype PICASO pour les applications embarquées sur véhicule (détection d'obstacles).

Fiche de demande de soutien Com2I

Par ailleurs, nous avons une collaboration avec l'Université Javeriana de Bogota (C.Parra) sur les applications de déminage humanitaire (exploitation de la vision FIR pour la détection d'objets enfouis depuis un engin aérien).

Enfin, nous pourrions aussi collaborer sur la phase C, avec l'EMAC (T.Sentenac) et le laboratoire CIMI (Conception d'Imageurs Matriciels Intégrés, P.Magnan), qui conçoivent de nouveaux détecteurs CMOS.

Financement (montant et origine) :

- 100Keuros (dont environ 50Keuros pour l'équipement): affecté au projet interne LAAS pour 2003-2006 (3 ans à partir de Octobre 2003).
- 111Keuros (dont environ 50Keuros de subventions pour l'équipement au LAAS) demandé dans le projet soumis à la région pour 2004-2005 (si accepté, 2 ans à partir de Septembre 2004).
- 45Keuros d'auto-financement des groupes (bourses de thèse).

Planning :

Date de début : projet en cours

Date de fin : Octobre 2006

Principales étapes :

- **Novembre 2004** : interfaçage des caméras Camera Link sur le nouveau kit ALTERA
- (nouveau design et nouvelle réalisation des cartes E/S faites en 2003-2004)
- **Fin 2004** (si pas de pb particulier) : remise au propre et repackaging de la caméra FIR
- **Mars 2005** : fin d'un premier portage de la stéréo sur le kit ALTERA
- **Octobre 2005** : première version du boîtier PICASO, avec liaison USB2 à un calculateur hôte.

Soutien technique demandé :

de 1.5 (minimum) à 2 (ce serait bien) hommes/an

Description succincte des travaux confiés au service :

La demande de soutien pour 2004-2005 concerne les phases A1 et B : l'objectif est donc la réalisation du boîtier PICASO en Octobre 2005. Les travaux techniques sont partagés entre II et les permanents et doctorants participant au projet PICASO.

Par ordre de priorité, la demande concerne les aspects suivants :

1. **remise en forme de la caméra FIR, développée dans le cadre de la thèse de F.Bony** soutenue en Décembre 2003. F.Bony quittant le LAAS, il convient de garder le savoir-faire et d'améliorer la réalisation de la caméra :

Fiche de demande de soutien Com2I

- remise au propre de l'électronique et packaging, pour intégration sous forme de caméra portable, montable sur un véhicule, un robot ... et pour limiter le bruit sur les images ;
 - liaison Camera Link pour pouvoir la connecter directement
 - au kit d'évaluation ALTERA via carte réception Camera Link
 - au PC via carte NI Camera Link (pb de driver en ce cas)
- prévoir en entrée sur la caméra, une configuration par logiciel (mode apprentissage d'une image de référence ; initialisation des gains sur chaque site, dépendant d'un calibrage radiométrique).
2. **participation aux travaux sur la phase A1 : portage d'algorithmes sur FPGA**
- adaptation des cartes réception/Émission Camera Link sur le nouveau kit d'Évaluation ALTERA (en cours de commande) :
 - modification des connecteurs.
 - remise en forme pour introduire une troisième liaison Camera Link (pour connecter simultanément deux caméras CMOS et la caméra FIR).
 - étudier le problème de la synchronisation des acquisitions.
 - participation à l'essai d'autres caméras CMOS (DALSA ou autre)
 - participation à la programmation VHDL sous ALTERA, pour le portage d'algorithmes sur FPGA, pour implanter en logique câblée, des fonctions isolées appelées de nombreuses fois dans un algorithme donné (par exemple, calcul d'un score de corrélation entre sous-images dans la stéréovision ou le suivi)
3. **participation aux travaux sur la phase B : réalisation du boîtier PICASO :**
- il s'agit ici de concevoir et réaliser une architecture électronique pour des cartes de traitement à base de FPGA, intégrées avec des slots mémoire et avec l'interface E/S Camera Link ...
- L'analyse et la conception seront réalisées dans les groupes de recherche (thèse de A.Naoulou) dès que le dimensionnement sera connu, en fin de phase A1. Le soutien II est demandé en particulier pour l'étude de la liaison USB2 (aide possible de Delta Technologies).

Structure de la demande	
Compétence	Volume en % de temps plein

Fiche de demande de soutien Com2I

2 Ingénieurs (P.Lacroix, C.Lemaire) Electronique analogique Electronique numérique + atelier routage et cablage (Daniel, Patrick)	150% en tout
--	--------------

Electronique analogique
Electronique numérique
Electronique hyperfréquences
Instrumentation
Caractérisation
Optique
Mécanique
Développement applicatif
Développement système

Autre (précisez) : aide ponctuelle de spécialistes
Sur Labwindows CVI
sur les drivers sous Windows et/ou Linux

Contact préalable avec le service 2I ?

OUI

Effort demandé en % de temps plein

Total : 150% minimum

Répartition sur la durée du projet : occupation uniforme sur l'année 2004-2005